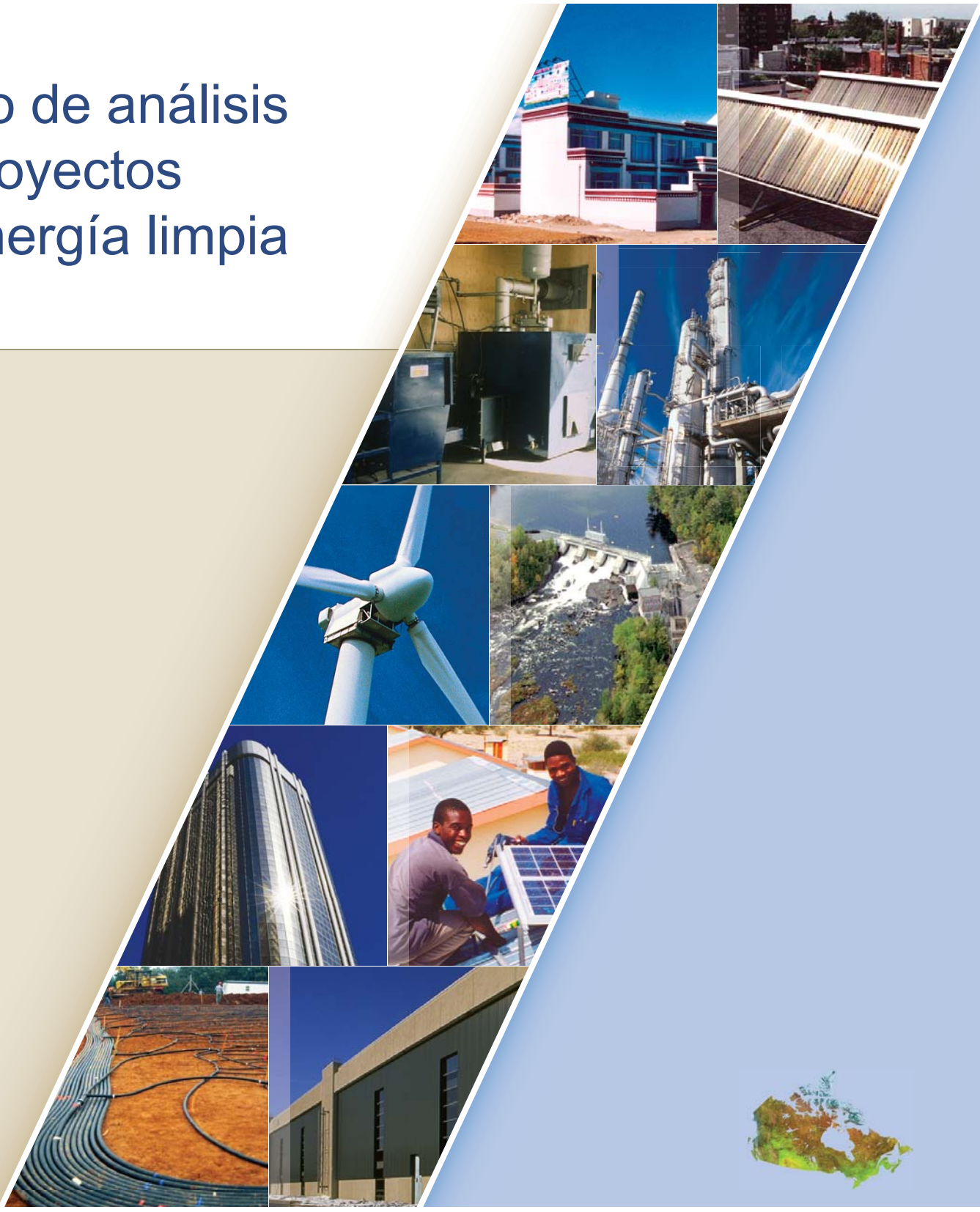
RETScreen® International

Centro de apoyo a la decisión de energía limpia

www.retscreen.net

Curso de análisis de proyectos de energía limpia



NASA

UNEP

GEF

reeep

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

Canada

El Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia RETScreen International ha sido creado para uso de centros educacionales y organizaciones de capacitación alrededor del mundo, así como para el uso de profesionales y estudiantes “autodidactas” bajo formato de educación a distancia. Cada módulo de capacitación puede ser presentado como un seminario separado o taller, o como una sección de un curso universitario o de un instituto superior. Combinados, pueden ser presentados como un curso intensivo de dos semanas de duración. Además de la diapositivas de presentación, la voz del instructor y notas disponibles abajo, el material de capacitación incluye una colección de estudios de casos y un libro de texto de ingeniería (www.retscreen.net).

Curso de análisis de proyectos de energía limpia

INTRODUCCIÓN AL MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE ENERGÍA LIMPIA

- Compendio del curso
- Situación de las tecnologías de energía limpia
- Análisis de proyectos de energía limpia con Software RETScreen®
- Análisis de emisión de gas de invernadero con Software RETScreen®
- Análisis financiero y de riesgo con Software RETScreen®
- Resumen

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE ENERGÍA EÓLICA

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE PEQUEÑAS HIDROS

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS FOTOVOLTAICOS

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE COGENERACIÓN

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE CALENTAMIENTO POR BIOMASA

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE CALEFACCIÓN SOLAR DE AIRE

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE CALENTAMIENTO SOLAR DE AGUA

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE CALEFACCIÓN SOLAR PASSIVA

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE BOMBEO DE CALOR DESDE SUELOS

Disclaimer

This publication is distributed for informational purposes only and does not necessarily reflect the views of the Government of Canada nor constitute an endorsement of any commercial product or person. Neither Canada, nor its ministers, officers, employees and agents make any warranty in respect to this publication nor assume any liability arising out of this publication.

© Minister of Natural Resources Canada 2001-2006.

INTRODUCCIÓN AL MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE ENERGÍA LIMPIA

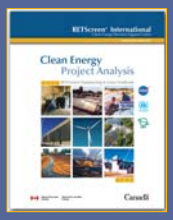
- Compendio del curso
- Situación de las tecnologías de energía limpia
- Análisis de proyectos de energía limpia con Software RETScreen®
- Análisis de emisión de gas de invernadero con Software RETScreen®
- Análisis financiero y de riesgo con Software RETScreen®
- Resumen

Introducción al Análisis de Proyectos de Energía Limpia

RETScreen® International www.retscreen.net

Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia

"Análisis de Proyectos de Energía Limpia" es un curso basado en estudio de casos dirigido a profesionales y estudiantes universitarios que quieran aprender en como analizar mejor la viabilidad técnica y financiera de posibles proyectos de energía limpia



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Natural Resources Canada Ressources naturelles Canada

Canada

RETScreen® International
Centro de Apoyo a la Decisión de Energía Limpia

RETScreen® International www.retscreen.net

- Desarrolla herramientas que faciliten, a planificadores, los que toman decisiones y la industria, el considerar tecnologías de eficiencia energética y energía renovables en la etapa inicial, críticamente importante, de planeamiento
- Las herramientas significativamente reducen el costo de evaluar posibles proyectos
- Difundir estas herramientas gratuitas a usuarios en todo el mundo vía Internet y CD ROM
- Apoyo técnico y de capacitación provista vía una red internacional de Instructores RETScreen®
- Productos y servicios accesibles vía un Mercado basado en Internet

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

A la Culminación del Curso

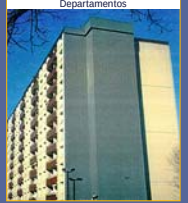
RETScreen® International www.retscreen.net

- Usted tendrá más conciencia de las aplicaciones de energía limpia viables
- Y Ud. podrá realizar estudios preliminares de factibilidad de alta calidad y bajo costo utilizando el Software RETScreen®

Vivienda del Maestro, Botswana

Crédito Fotográfico: Vadim Belotserkovsky

Pared Solar – Edificio de Departamentos



Crédito Fotográfico: Enermodal

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Perfil del Curso

RETScreen® International — www.retscreen.net

Introducción al Análisis de Proyectos de Energía Limpia

Análisis de Proyectos de Energía Eólica
Análisis de Proyectos de Pequeñas Hidros
Análisis de Proyectos Fotovoltaicos
Análisis de Proyectos de Cogeneración

Análisis de Proyectos de Calefacción por Biomasa
Análisis de Proyectos de Calefacción Solar de Aire
Análisis de Proyectos de Calefacción Solar de Agua
Análisis de Proyectos de Calefacción Solar Pasiva

Análisis de Proyectos de Bombeo de Calor desde Suelos
Análisis de Proyectos de Refrigeración

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Materias del Curso

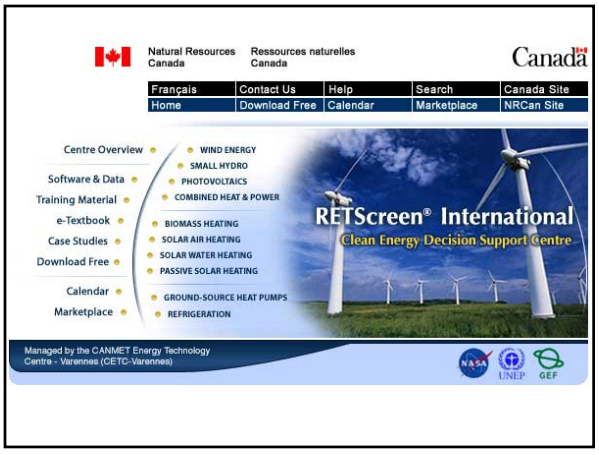
RETScreen® International — www.retscreen.net

RETScreen® International Centro de Apoyo a la Decisión de Energía Limpia	Análisis del Proyecto Software y datos — Modelo	Análisis del Proyecto Material de Instrucción — Módulo	Ingeniería e-libro de texto — Capítulo	Proyecto Estudios de Casos — Colección
Introducción				
Energía Eólica				
Pequeña Hidro				
Instalación Fotovoltaica				
Cogeneración				
Calentamiento por Biomasa				
Calentamiento Solar del Aire				
Calentamiento Solar del Agua				
Calentamiento Solar Pasivo				
Bombas de Calor - Geotérmicas				
Refrigeración				

Managed by the CANMET Energy Technology Centre - Varennes (CETC-Varennes)

Descargue Gratuitamente desde : www.retscreen.net

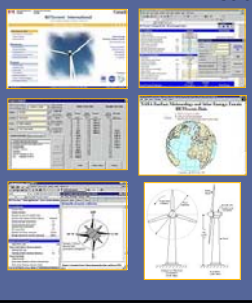
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.



Software y Datos

RETScreen® International www.retscreen.net

Software de Análisis de Proyectos de Energía Limpia
RETScreen© International



- Modelos de Tecnología de Energía Limpia
- Datos de Productos Internacionales
  1.000 Proveedores de Equipos
- Datos del Tiempo Internacionales
  - 1.000 estaciones terrestre de monitoreo
  - Juego de Datos de Meteorología de Superficie y Energía Solar Satelitales de NASA
- Manual de Usuario En Línea

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Material de Capacitación

RETScreen® International www.retscreen.net

- Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia
  - Diapositivas de presentación
  - Herramientas electrónicas de aprendizaje
    - Voz
    - Notas del conferencista
  - e-Libros y Estudios de Casos

Calentador Solar de Agua – Piscina Municipal

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

e-Libros y Casos de Estudio

RETScreen® International www.retscreen.net

- Análisis de Proyectos de Energía Limpia: Ingeniería y Casos de RETScreen© Engineering
  - Libro electrónico a nivel Profesional y Universitario
  - Antecedentes de tecnologías
  - Descripción Detallada de los algoritmos de RETScreen®
  - 60+ estudios de casos internacionales de proyectos reales
  - Disponibles gratuitamente en Inglés y Francés

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Mercado y Calendario

RETScreen® International www.retscreen.net

- Mercado Basado en Internet
  - Enlazando en línea a la industria y clientes
  - Búsqueda por asunto, tecnología y región
  - Ejemplos:
    - Proveedores de equipos, PV, Norte América
    - Proveedores de servicios, energía eólica, Europa
- Foros Internet Públicos y Privados
- Registro y calendario de capacitación en línea

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Perfil del Módulo Introductorio

RETScreen® International www.retscreen.net

- Compendio del Curso (completado)
- Situación de las Tecnologías de Energía Limpia
- Análisis de Proyectos de Energía Limpia con Software RETScreen®
- Análisis de Emisión de Gas de Invernadero con Software RETScreen®
- Análisis Financiero y de Riesgo con Software RETScreen®
- Resumen

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Situación de las Tecnologías de Energía Limpia

RETScreen® International www.retscreen.net

Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia

Granja de Viento

Crédito Fotográfico: Nordex Gmbh

Casa Solar Pasiva

Crédito Fotográfico: McFadden, Pam DOE/NREL

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Natural Resources Canada Ressources naturelles Canada

Canada

Objetivo

RETScreen® International www.retscreen.net

- Incrementar la conciencia en las tecnologías de energía renovable y medidas de eficiencia energética
  - Mercados
  - Aplicaciones Típicas

Generación de Electricidad con Residuos de Madera

Crédito Fotográfico: Warren Gretz, NREL PIX

Celdas Fotovoltaicas y Calentamiento Solar de Agua

Crédito Fotográfico: Vadim Belotserkovsky

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Definiciones

RETScreen® International www.retscreen.net

Tecnologías de Energía Limpia

Eficiencia Energética

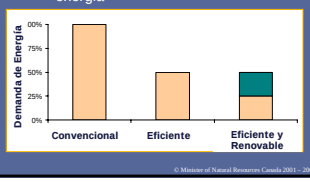
- Usando menos recursos energéticos para satisfacer las mismas necesidades de energía

Energía Renovable

- Usando recursos naturales no agotables para satisfacer las necesidades de energía

Vivienda Solar Pasiva Super Aislada

Crédito Fotográfico: Jerry Shaw

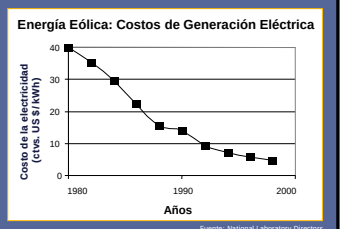


© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Razones para Tecnologías de Energía Limpia

RETScreen® International www.retscreen.net

- Ambiental
  - Cambio climático
  - Contaminación local
- Económica
  - Costos de ciclo de vida
  - Agotamiento de combustibles fósiles
- Social
  - Generación de empleo
  - Reducción de drenaje local de $$$
  - Crecimiento de la demanda de energía (x3 para el 2050)



Fuente: National Laboratory Directors for the U.S. Department of Energy (1997)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Características Comunes de Tecnologías de Energía Limpia

RETScreen® International www.retscreen.net

- Relacionadas a las tecnologías convencionales:
  - Típicamente costos iniciales mayores
  - Generalmente menores costos operativos
  - Más limpios ambientalmente
  - Con frecuencia rentable sobre la base de costos de ciclo de vida

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Costo Total de un Sistema de Generación o Consumo de Energía

RETScreen® International www.retscreen.net

- Costo Total ≠ costo de adquisición
- Costo total = costo de adquisición

+ costos de combustible y OyM
+ costos de reparaciones grales. mayores
+ costos de retiro de servicio
+ *costos de financiamiento*
+ *etc.*

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

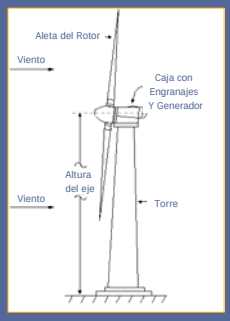
Tecnologías de Generación de Energía Eléctrica Renovable

RETScreen® International www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Energía Eólica Tecnología y Aplicaciones

RETScreen® International www.retscreen.net



- Requiere buenos vientos
  - (>4 m/s @ 10 m)
  - Áreas costeras, cumbres redondeadas, planicies abiertas
- Aplicaciones:

Red Interconectada
Warren Gretz, NREL PIX

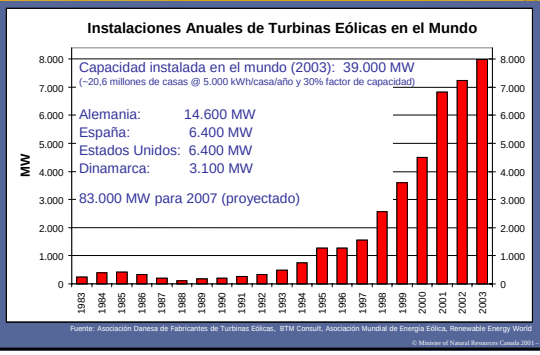
Red Aislada
Phil Owens, Nunavut Power

Sin Red
Southwest Windpower, NREL PIX

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Mercado de Energía Eólica

RETScreen® International www.retscreen.net



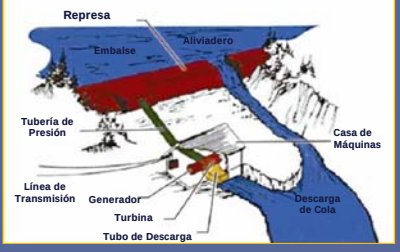
Fuente: Asociación Danesa de Fabricantes de Turbinas Eólicas, BTM Consult, Asociación Mundial de Energía Eólica, Renewable Energy World

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Pequeña Hidro
Tecnología y Aplicaciones

RETScreen® International — www.retscreen.net

COMPONENTES DE UN SISTEMA HIDRÁULICO



- Tipos de proyectos:
  - Reservorio
  - De "pasada"
- Aplicaciones:
  - Red Interconectada
  - Red Aislada
  - Sin Red

Turbina Francis

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Mercado de Pequeñas Hidros

RETScreen® International — www.retscreen.net

- 19% de la electricidad del mundo producida por grandes y pequeñas hidros
- En el Mundo:
  - 20.000 MW desarrollados (tamaño de planta < 10 MW)
  - Proyección: 50.000 a 75.000 MW para el 2020
- China:
  - 43.000 plantas existentes (tamaño de planta < 25 MW)
  - 19.000 MW desarrollados
  - más 100.000 MW econ. factibles
- Europa:
  - 10.000 MW desarrollados
  - más 4.500 MW econ. factibles
- Canadá:
  - 2.000 MW desarrollados
  - más 1.600 MW econ. factibles

Fuentes: ABB, Renewable Energy World, e International Small Hydro Atlas

Pequeña Planta Hidro

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Fotovoltaico (FV)
Tecnología y Aplicaciones

RETScreen® International — www.retscreen.net

Sistema FV Doméstico

Crédito Fotográfico: Tsuo, Simon DOE/NREL

Bombeo FV de Agua

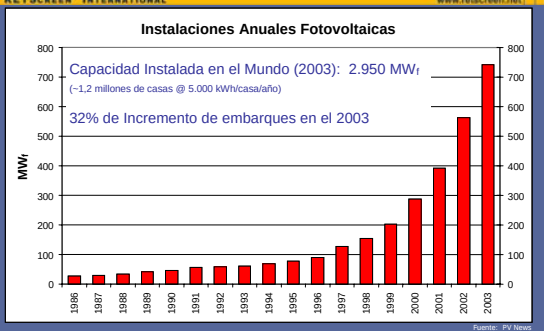
FV Integrado a Edificio y Enlazado a la Red

Crédito Fotográfico: Strong, Steven DOE/NREL

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Mercado Fotovoltaico

RETScreen® International www.retscreen.net

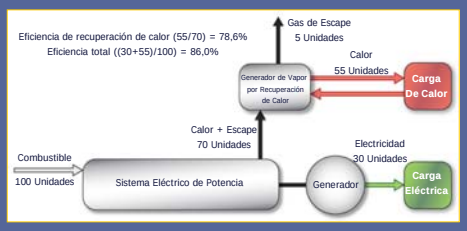


© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Cogeneración

RETScreen® International www.retscreen.net

- Producción simultánea de dos o más tipos de energía útil de una sola fuente



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Cogeneración y Aplicaciones Eléctricas, Combustibles y Equipos

RETScreen® International www.retscreen.net

Aplicaciones Varias

Biomasa para Cogeneración

Crédito Fotográfico: Warren Gretz, DOE/NREL

Combustibles Varios

Crédito Fotográfico: Gaz Metropolitain

Equipos Varios

Motor Reciprocante para Generación Eléctrica

Crédito Fotográfico: Rolls-Royce plc

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Aplicaciones de Cogeneración

RETScreen® International www.retscreen.net

- Edificios simples
- Comercial e industrial
- Edificios múltiples
- Sistemas de energía distritales (ej. comunidades)
- Procesos industriales

Cogeneración en Municipio de la Ciudad de Kitchener

Crédito Fotográfico: Urban Ziegler, NRCan

Cogeneración con gas de relleno sanitario para sistema de calefacción distrital, Suecia

Crédito Fotográfico: Urban Ziegler, NRCan

Micro turbina en invernadero

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Cogeneración Tipos de Combustible

RETScreen® International www.retscreen.net

- Combustibles renovables
  - Residuos de madera
  - Biogas
  - Gas de Relleno Sanitario
  - Derivados Agrícolas
  - Bagazo
  - Cultivos con Propósito Específico, etc.
- Combustibles fósiles
  - Gas natural
  - Petróleo Diesel (#2)
  - Carbón, etc.
- Energía geotérmica
- Hidrógeno, etc.

Biomasa para Cogeneración

Crédito Fotográfico: Warren Gretz, DOE/NREL

Géyser Geotérmico

Crédito Fotográfico: Joel Renner, DOE/ NREL PIX

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Cogeneración Equipos y Tecnologías

RETScreen® International www.retscreen.net

- Equipamiento de Enfriamiento
  - Compresor
  - Enfriador de Absorción
  - Bomba de calor, etc.
- Equipamiento de Generación de Electricidad
  - Turbina a gas
  - Turbina a vapor
  - Turbina a gas – ciclo combinado
  - Motor reciprocante
  - Celda electroquímica,
  - etc.
- Equipamiento de calefacción
  - Recuperación de calor de desperdicio
  - Caldero / Horno / Calentador
  - Bomba de calor, etc.

Turbina a Gas

Crédito Fotográfico: Rolls-Royce plc

Equipo de Enfriamiento

Crédito Fotográfico: Urban Ziegler, NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Mercado de Cogeneración

RETScreen® International www.retscreen.net

Región	Capacidad	Comentarios
Canadá	12 GW	Mayormente a la industria de petróleo, y pulpa y papel
USA	67 GW	Creciendo rápidamente, política de apoyo a la cogeneración
China	32 GW	Predominantemente cogeneración basada en carbón
Rusia	65 GW	Cerca del 30% de la electricidad proveniente de cogeneración
Alemania	11 GW	Mercado de cogeneración municipal en alza
Gran Bretaña	4,9 GW	Fuertes incentivos para energía renovable
Brasil	2,8 GW	Asociado con instalaciones fuera de red
India	4,1 GW	Mayormente cogeneración basada en bagazo para ingenios azucareros
Sudáfrica	0,5 GW	Reemplazando principalmente electricidad basada en carbón
Mundo	**247 GW**	**Crecimiento esperado en 10 GW por año**

Fuente: World Survey of Decentralized Energy 2004, WADE

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Energía Renovable Tecnologías de Calefacción y Enfriamiento

RETScreen® International www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Calentamiento por Biomasa Tecnología y Aplicaciones

RETScreen® International www.retscreen.net

Picado de Madera

Crédito Fotográfico: Wiseloger, Art DOE/NREL

Planta de Calefacción

- Combustión controlada de madera, residuos agrícolas, basura municipal, etc., para proveer calor

Edificios Simples y/o Calefacción Distrital

Crédito Fotográfico: Oujé-Bougoumou Cree Nation

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Mercado de Calentamiento por Biomasa

RETScreen® International www.retscreen.net

- Mundo:
  - La combustión de Biomasa provee 11% del Suministro Total de Energía Primaria del Mundo (STEP)
  - Sobre 20 GW_{th} de sistemas de calefacción de combustión controlada
- Países en desarrollo:
  - Cocina, calefacción
  - No siempre sostenible
  - África: 50% de STEP
  - India: 39% de STEP
  - China: 19% de STEP
- Países Industrializados:
  - Calor, electricidad, estufas de madera
  - Finlandia: 19% de STEP
  - Suecia: 16% de STEP
  - Austria: 9% de STEP
  - Dinamarca: 8% de STEP
  - Canadá: 4% de STEP
  - USA: 68% de todos los renovables

Cámara de Combustion

Fotografía: Ken Steinkopf/ Solstice CREST

Fuente: Ingwald Obernberger citando la Cámara de Agricultura y Silvicultura, Baja Austria

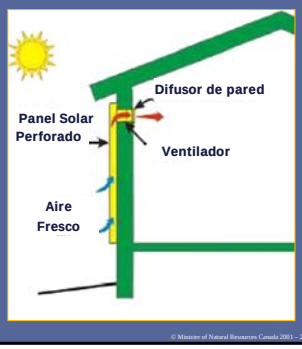
Source: IEA Estadísticas Información de Renovables 2003, Renewable Energy World 02/2003

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Calefacción Solar de Aire Tecnología y Aplicaciones

RETScreen® International www.retscreen.net

- Colector no vidriado para precalentamiento de aire
- El aire frío es calentado al pasar a través de pequeños agujeros en la placa metálica absorbente (Solarwall™)
- Un ventilador circula este aire calentado a través del edificio



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Mercado de Calefacción Solar de Aire

RETScreen® International www.retscreen.net

- Precalentamiento de aire de ventilación para edificios con grandes requerimientos de aire fresco
- También para secado de cosechas
- Competitivo en costos para edificios nuevos o renovaciones mayores

Edificios Industrial

Crédito Fotográfico: Conserval Engineering

Secado Solar de Cosechas

Crédito Fotográfico: Conserval Engineering

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

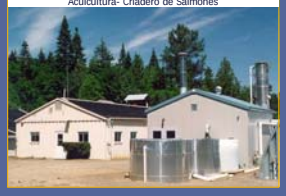
Calentamiento Solar de Agua Tecnología y Aplicaciones

RETScreen® International www.retscreen.net

- Colectores vidriados y no vidriados
- Almacenamiento de agua (tanque o piscina)

Edificios Comerciales/Institucionales y Piscinas

Acuicultura- Criadero de Salmones



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Mercado Solar de Calentamiento de Agua

RETScreen® International www.retscreen.net

- Más de 30 millones de m^2 de colectores en el mundo
- Europa:
  - 10 millones de m^2 de colectores in operación
  - Tasa de crecimiento anual del 12%
  - Alemania, Grecia, y Austria
  - Meta para el 2010: 100 millones m^2
- Mercado mundial fuerte para calentadores solares de piscinas de natación
- Barbados tiene 35.000 sistemas

Edificios Residenciales y Piscinas

Edificios Residenciales

Crédito Fotográfico: Chromagen

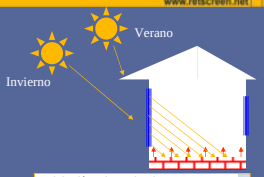
Fuente: Mundo de Energía Renovable, Oak Ridge National Laboratory

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Calefacción Solar Pasiva Tecnología y Aplicaciones

RETScreen® International www.retscreen.net

- Suministro del 20 al 50% de calefacción de ambientes requerido en la temporada de calefacción
- Ganancia de calor disponible a través de ventanas de alto desempeño de cara al ecuador
- Almacena calor dentro de la estructura del edificio
- Utiliza protectores de sol para reducir las ganancias de calor en verano



Calefacción Solar Pasiva de Departamentos

Fotografía: Fraunhofer ISE (from Siemens Research and Innovation Website)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Mercado de Calefacción Solar Pasiva

RETScreen® International www.retscreen.net

- Uso de ventanas eficientes es actualmente la práctica estándar solar pasiva
- Para nuevas construcciones – ningún a bajo incremento de costos
  - Ventanas de mayor eficiencia
  - Orientación de edificios
  - Protectores de sol adecuados
- Competitivo en costos para nuevos edificios y rehabilitaciones

Edificios Comerciales

DOE/NREL Crédito Fotográfico: Gretz, Warren

Edificios Residenciales

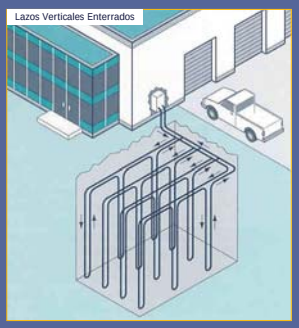
Crédito Fotográfico: DOE/NREL

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Bombeo de Calor desde Suelos Tecnología y Aplicaciones

RETScreen® International www.retscreen.net

Lazos Verticales Enterrados



- Calentamiento y enfriamiento de ambientes/agua
- La electricidad opera sobre ciclo de compresión de vapor
- Calor retirado del suelo en invierno y desechado al suelo en verano

Lazos Horizontales Enterrados

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Mercado de Bombeo de Calor desde Suelos

RETScreen® International www.retscreen.net

Bombeo de Calor desde Suelos - Residencial

- Canadá:
  - 30.000+ unidades residenciales
  - 3.000+ unidades industriales y comerciales
  - 435 MW_{th} instalados

- Mundo:
  - 800.000 unidades instaladas
  - Capacidad Total de 9.500 MW_{th}
  - Tasa de crecimiento anual de 10%
- USA: 50.000 instalaciones anualmente
- Suecia, Alemania, Suiza son los mayores mercados Europeos

Edificios Industriales, Institucionales y Comerciales

Crédito Fotográfico: Geothermal Heat Pump Consortium (GHPC) DOE/NREL

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Otras Tecnologías de Energía Limpia Comerciales

RETScreen® International www.retscreen.net

- Combustibles: etanol y bio-diesel
- Sistemas de refrigeración eficiente
- Motores de velocidad variable
- Sistemas de iluminación eficiente y con luz diurna
- Recuperación de calor de ventilación
- Otros

Refrigeración Eficiente en Pista de Hielo

Suministro de Combustible de Desecho Agrícola

Crédito Fotográfico: David and Associates DOE/NREL

Iluminación con Luz Diurna e Iluminación Eficiente

Crédito Fotográfico: Robb Williamson/ NREL Pix

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Tecnologías de Energía Limpia Emergentes

RETScreen® International www.retscreen.net

- Electricidad a partir de energía térmica Solar
- Electricidad a partir de energía térmica del mar
- Electricidad a partir de energía de Mareas
- Electricidad a partir de energía de corrientes marinas
- Electricidad a partir de energía de de oleaje
- etc.

Planta Eléctrica de Parabólicas Solares

Crédito Fotográfico: Gretz, Warren DOE/NREL

Planta Eléctrica de Receptor Central Solar

Crédito Fotográfico: Sandia National Laboratories DOE/NREL

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Conclusiones

RETScreen® International www.retscreen.net

- Existen oportunidades rentables en costos
- Muchas experiencias exitosas
- Mercados en crecimiento
- Se tienen oportunidades de recursos de energía renovables y eficiencia energética

Sistema FV Eólico Híbrido Parks Canada (Arctico a 81°N)

Crédito Fotográfico: Michael Ross Renewable Energy Research

Instalación de Turbina Eólica de 600 kW

Crédito Fotográfico: Nordex Gmbh

Teléfono FV

Crédito Fotográfico: Price, Chuck

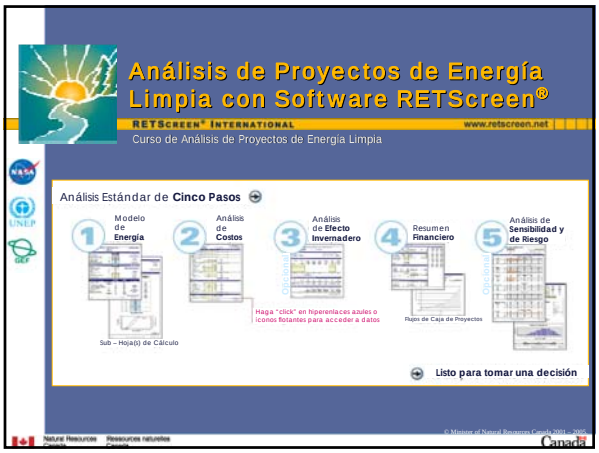
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

¿Preguntas?

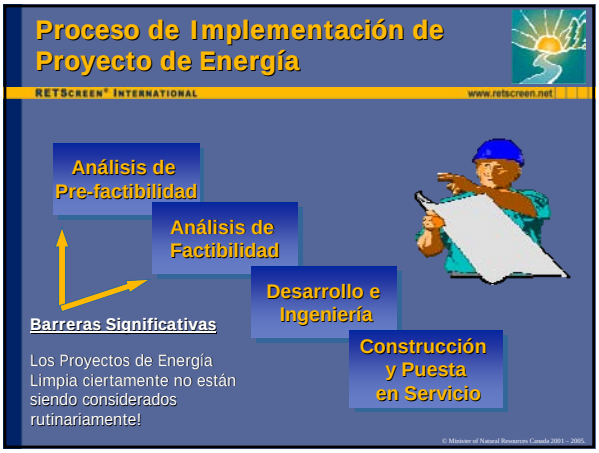
RETScreen® International

www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Análisis de Proyectos de Energía Limpia con Software RETScreen®
RETScreen® International
www.retscreen.net
Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia
Análisis Estándar de Cinco Pasos
1 Modelo de Energía
2 Análisis de Costos
3 Análisis de Efecto Invernadero
4 Resumen Financiero
5 Análisis de Sensibilidad y de Riesgo
Opcional
Opcional
Sub – Hoja(s) de Cálculo
Haga "click" en hipervínculos azules o íconos flotantes para acceder a datos
Flujos de Caja de Proyectos
Listo para tomar una decisión
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.
Natural Resources Canada
Ressources naturelles Canada
Canada

Objetivos
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Ilustrar el rol de estudios de factibilidad preliminares
• Demostrar cómo trabaja el Software RETScreen®
• Mostrar cómo RETScreen® facilita la ayuda de identificación y evaluación de proyectos potenciales
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Proceso de Implementación de Proyecto de Energía
RETScreen® International
www.retscreen.net
Análisis de Pre-factibilidad
Análisis de Factibilidad
Desarrollo e Ingeniería
Construcción y Puesta en Servicio
Barreras Significativas
Los Proyectos de Energía Limpia ciertamente no están siendo considerados rutinariamente!
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

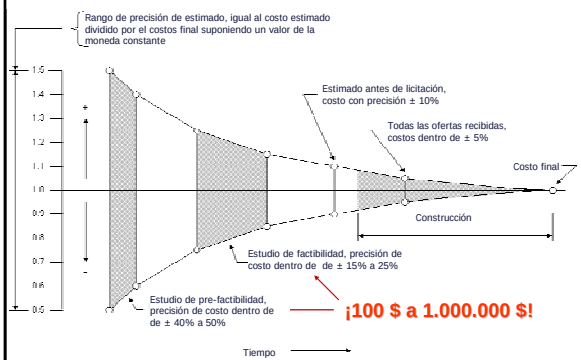
Preguntas

RETScreen® International www.retscreen.net

- ¿Cuál es un nivel aceptable de precisión para los estimados de costos de proyectos?
- ¿Cuánto típicamente estos estudios cuestan?

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

El Dilema de la Precisión vs. Costo de Inversión


Rango de precisión de estimado, igual al costo estimado dividido por el costos final suponiendo un valor de la moneda constante
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
+
-
Estimado antes de licitación, costo con precisión ± 10%
Todas las ofertas recibidas, costos dentro de ± 5%
Costo final
Construcción
Estudio de factibilidad, precisión de costo dentro de de ± 15% a 25%
Estudio de pre-factibilidad, precisión de costo dentro de de ± 40% a 50%
¡100 $ a 1.000.000 $!
Tiempo

¿Cuándo deben las tecnologías de energía limpia ser evaluadas?

RETScreen® International www.retscreen.net

Estudios de factibilidad preliminares

- Necesidad de sistema de energía
- Nueva construcción o renovación proyectada
- Costos de energía convencional altos
- Interés de los más involucrados en el negocio
- Posibles aprobaciones
- Aportes de capital y financiamiento accesible
- Buen recurso local de energía limpia, etc.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

La Viabilidad de Proyectos (Ej. Eólico) Depende de Varios Factores

RETScreen® International www.retscreen.net

- **Recurso energético disponible en el sitio del proyecto**
  (ej. velocidad del viento)
- **Desempeño de Equipos**
  (ej. Curva de potencia de turbina eólica)
- **Costos iniciales del proyecto**
  (ej. Turbinas eólicas, torres, ingeniería)
- **Créditos de "Caso Base"**
  (ej. Grupos electrógenos diesel para sitios remotos)
- **Costos de operación y periódicos del proyecto**
  (ej. Limpieza de álabes de turbinas eólicas)

Turbina Eólica y Torre

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

La Viabilidad de Proyectos (Ej. Eólico) Depende de Varios Factores

RETScreen® International www.retscreen.net

- **Costos evitados de energía**
  (ej. Precio de electricidad en el mercado mayorista)
- **Financiamiento**
  (ej. Relación de deuda y longitud, tasa de interés)

Energía Eólica

Crédito Fotográfico: Middelgrunden Wind Turbine Co-operative

- **Impuestos sobre el equipamiento y a la renta (o ahorros)**
- **Características ambientales de la energía desplazada**
  (ej. carbón, gas natural, petróleo, grandes hidros, nuclear)
- **Créditos ambientales y/o subsidios**
  (ej. tarifas de electricidad ambientalmente adecuadas, créditos GEI, donaciones)
- **Definiciones de costo eficiente del que toma decisiones**
  (ej. período de repago, TIR, VPN, Costos de producción de energía)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

¿Por qué Utilizar RETScreen®?

RETScreen® International www.retscreen.net

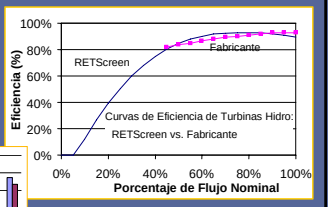
- Simplifica evaluaciones preliminares
  - Requiere relativamente poco ingreso de datos por parte del usuario
  - Calcula automáticamente los indicadores de viabilidad más importantes
- Cuesta 1/10ª parte del costo de otros métodos de evaluación
- Procedimientos estandarizados permiten comparaciones objetivas
- Incrementa el potencial de implementación exitosa de proyectos de energía limpia

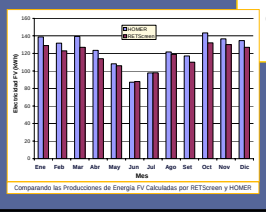
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Validación RETScreen® - Ejemplos

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Todos los modelos validados por comparación con monitoreo y datos de fabricantes...





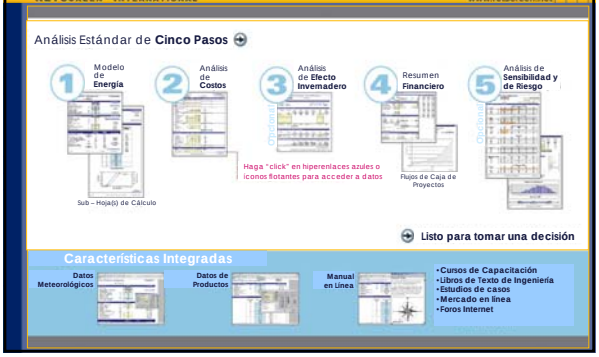
Comparando las Producciones de Energía FV Calculadas por RETScreen y HOMER

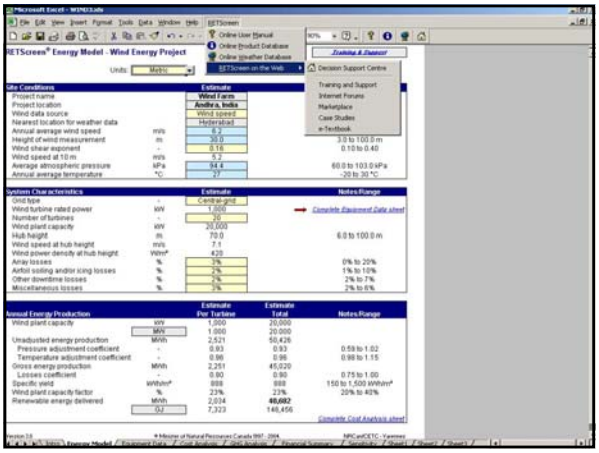
- ... y/o comparando con herramientas de simulación horarias.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Demostración de Software RETScreen® (Ejemplo de Modelo de Proyecto de Energía Eólica)

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net


Análisis Estándar de Cinco Pasos
1 Modelo de Energía
2 Análisis de Costos
3 Análisis de Efecto Invernadero
4 Resumen Financiero
5 Análisis de Sensibilidad y de Riesgo
Opcional
Haga "click" en hiperenlaces azules o iconos flotantes para acceder a datos
Sub – Hoja(s) de Cálculo
Flujos de Caja de Proyectos
Listo para tomar una decisión
Características Integradas
Datos Meteorológicos
Datos de Productos
Manual en Línea
•Cursos de Capacitación
•Libros de Texto de Ingeniería
•Estudios de casos
•Mercado en línea
•Foros Internet



Código de Colores para Celdas

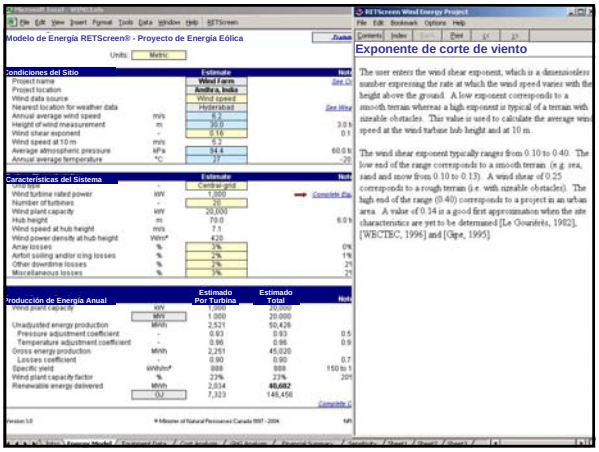
RETScreen® International — www.retscreen.net

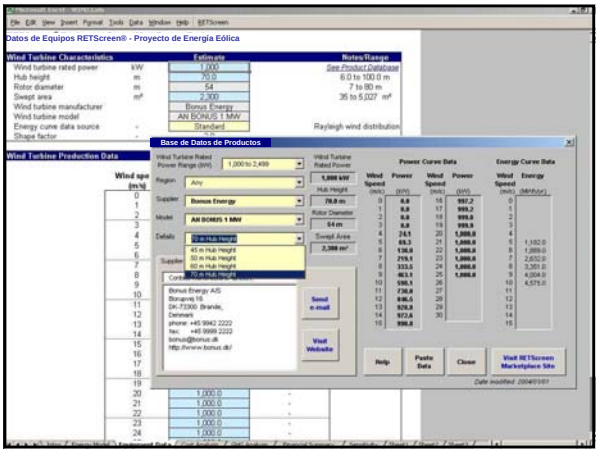
Celdas de Entrada y Salida

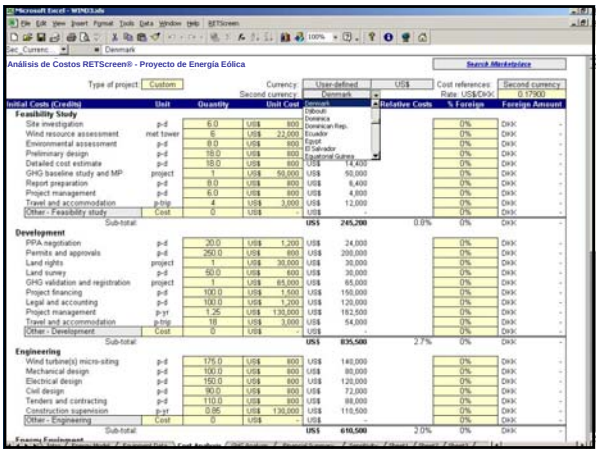
blanco	Salida del modelo – calculado por el modelo
amarillo	Entrada del usuario – requerido para correr el modelo
azul	Entrada del usuario – requerido para correr el modelo y la base de datos disponible
gris	Entrada del usuario – solo para propósitos de referencia. No requeridos para correr el modelo

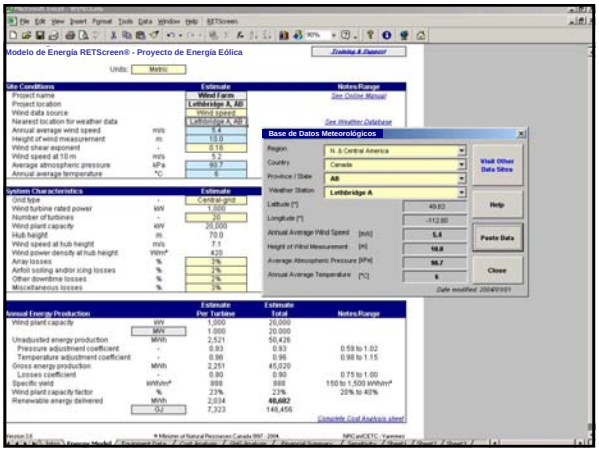
Condiciones del Sitio		Estimado	Notas/Rango
Nombre del proyecto		Granja de Viento	*Ver Manual en Línea*
Ubicación del proyecto		Andhra, India	
Fuente de datos de viento		Veloc. de Viento	
Ubicación más cercana de datos meteorológicos		Hyderabad	*Ver Datos Meteorológicos*
Velocidad promedio anual del viento	m/s	6.2	
Altura de medición de viento	m	30.0	3.0 to 100.0 m
Exponente de corte de viento	-	0.16	0.10 to 0.40
Velocidad de viento a 10 m	m/s	5.2	
Presión atmosférica promedio	kPa	94.4	60.0 to 103.0 kPa
Temperatura promedio anual	°C	27	-20 to 30 °C

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

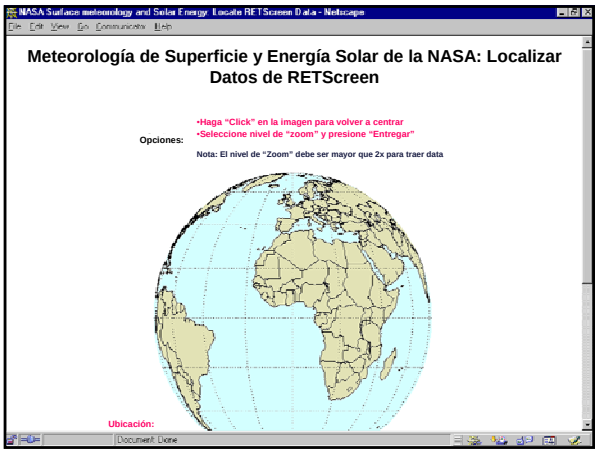


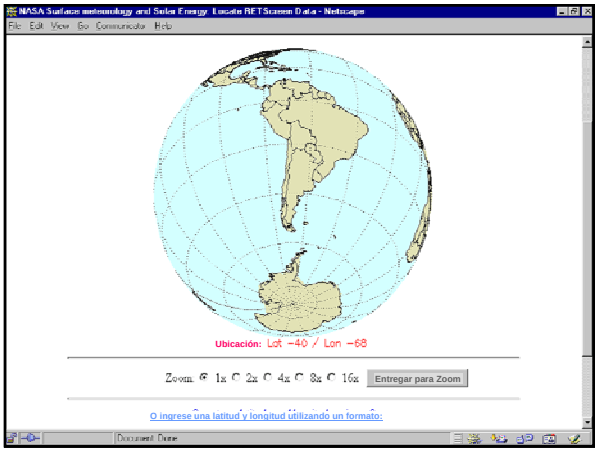


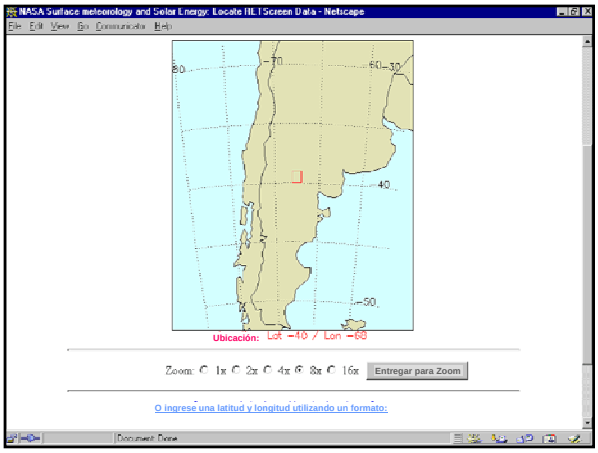

Análisis de Costos RETScreen® - Proyecto de Energía Eólica

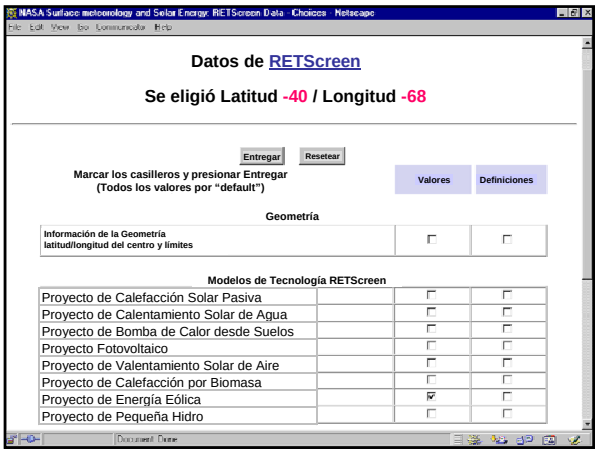

Modelo de Energía RETScreen® - Proyecto de Energía Eólica
Base de Datos Meteorológicos

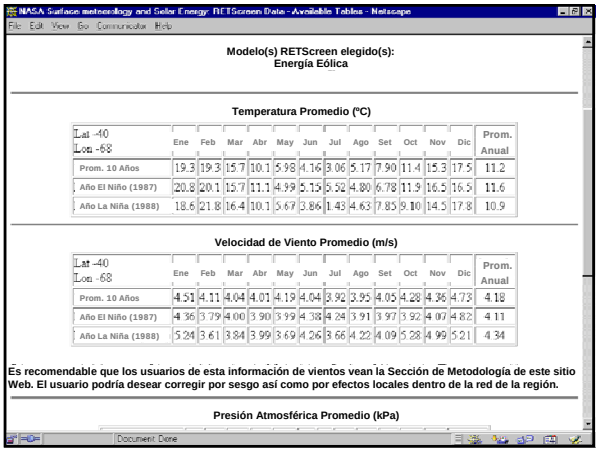
NASA Surface meteorology and Solar Energy: RETScreen Data - Netscape
Juego de Datos de Meteorología de Superficie y Energía Solar
A renewable energy resource web site
sponsored by
NASA's Earth Science Enterprise Program
To access data for RETScreen:
Pick a location graphically
Or enter a latitude and longitude in the form below
Latitude?
Longitude?
Submit
Reset


NASA Surface meteorology and Solar Energy: Locate RETScreen Data - Netscape
Meteorología de Superficie y Energía Solar de la NASA: Localizar Datos de RETScreen
Opciones:
•Haga "Click" en la imagen para volver a centrar
•Seleccione nivel de "zoom" y presione "Entregar"
Nota: El nivel de "Zoom" debe ser mayor que 2x para traer data
Ubicación:
Document: Done


NASA Surface meteorology and Solar Energy: Locate RETScreen Data - Netscape
Ubicación: Lat -40 / Lon -68
Zoom: 1x 2x 4x 8x 16x
Entregar para Zoom
O ingrese una latitud y longitud utilizando un formato:
Document: Done


NASA Surface meteorology and Solar Energy: Locate RETScreen Data - Netscape
80
70
60
30
40
50
Ubicación: Lat -40 / Lon -68
Zoom: 1x 2x 4x 8x 16x
Entregar para Zoom
O ingrese una latitud y longitud utilizando un formato:
Document: Done


NASA Surface meteorology and Solar Energy: RETScreen Data - Choices - Netscape
Datos de RETScreen
Se eligió Latitud -40 / Longitud -68
Entregar
Resetear
Marcar los casilleros y presionar Entregar
(Todos los valores por "default")
Valores
Definiciones
Geometría
Información de la Geometría
latitud/longitud del centro y límites
Modelos de Tecnología RETScreen
Proyecto de Calefacción Solar Pasiva
Proyecto de Calentamiento Solar de Agua
Proyecto de Bomba de Calor desde Suelos
Proyecto Fotovoltaico
Proyecto de Valentamiento Solar de Aire
Proyecto de Calefacción por Biomasa
Proyecto de Energía Eólica
Proyecto de Pequeña Hidro


NASA Surface meteorology and Solar Energy: RETScreen Data - Available Tables - Netscape
Modelo(s) RETScreen elegido(s):
Energía Eólica
Temperatura Promedio (ºC)
Lat -40
Lon -68
Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic Prom. Anual
Prom. 10 Años 19.3 19.3 15.7 10.1 5.98 4.16 3.06 5.17 7.90 11.4 15.3 17.5 11.2
Año El Niño (1987) 20.8 20.1 15.7 11.1 4.99 5.15 5.52 4.80 6.78 11.9 16.5 16.5 11.6
Año La Niña (1988) 18.6 21.8 16.4 10.1 5.67 3.86 1.43 4.63 7.85 9.10 14.5 17.8 10.9
Velocidad de Viento Promedio (m/s)
Lat -40
Lon -68
Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic Prom. Anual
Prom. 10 Años 4.51 4.11 4.04 4.01 4.19 4.04 3.92 3.95 4.05 4.28 4.36 4.73 4.18
Año El Niño (1987) 4.36 3.79 4.00 3.90 3.99 4.38 4.24 3.91 3.97 3.92 4.07 4.82 4.11
Año La Niña (1988) 5.24 3.61 3.84 3.99 3.69 4.26 3.66 4.22 4.09 5.28 4.99 5.21 4.34
Es recomendable que los usuarios de esta información de vientos vean la Sección de Metodología de este sitio Web. El usuario podría desear corregir por sesgo así como por efectos locales dentro de la red de la región.
Presión Atmosférica Promedio (kPa)

Software RETScreen®
Método de Análisis Financiero
RETScreen® International
www.retscreen.net
Comparación:
Caso Base vs. Caso Propuesto
Sistema convencional vs. Sistema de energía limpia
Ejemplo:
Forrado estándar de edificio y calentador de aire a gas natural
vs.
Forrado de Paredes Solares (SolarWall) con calefacción de aire, más calentador de aire convencional a gas natural
Pared solar en Construcción de la Escuela de Yellowknife
Crédito Fotográfico: Arctic Energy Alliance
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Demostraciones de Software
Proyecto de Energía Eólica de 20 MW

RETScreen® International — www.retscreen.net

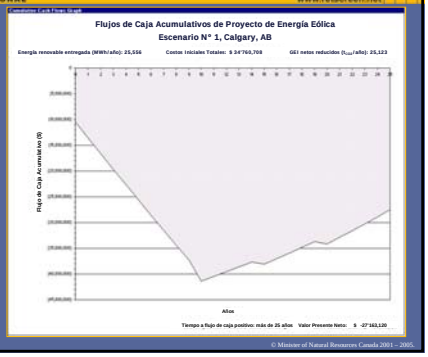
Entrada/Salida (RETScreen®)	Escenario Nº 1 (Planta Comercial)	Escenario Nº 2 (Planta Ecológica)
• Ubicación del proyecto:	• Calgary, AB	• Pincher Creek, AB
• Velocidad del viento:	• 4,4 m/s	• Lethbridge → 7,0 m/s
• Reducción de emisiones GEI:	• 25.123 tCO_2/año	• → 63.486 tCO_2/año
• Costo de turbina eólica:	• 1.200 $/kW	• → 1.000 $/kW
• Crédito por producción ER:	• 0 $/kWh	• → 0,025 $/kWh
• Crédito GEI (planta de carbón):	• 0 $/ton	• → 5 $/ton
• Plazo de la deuda:	• 10 años	• → 15 años
• **Flujo de caja positivo:**	• **42,7 años**	• **5,2 años**
• **Retorno sobre la inversión:**	• **- 7,1 %**	• **22,8 %**

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Demostraciones de Software
Escenario Nº 1

RETScreen® International — www.retscreen.net

Escenario Nº 1
(Planta Comercial)
Calgary, AB
4,4 m/s
1.200 $/kW
25.123 t_{CO_2}/año
0 $/kWh
0 $/ton
10 años
42,7 años
- 7,1 %


Flujos de Caja Acumulativos de Proyecto de Energía Eólica
Escenario N° 1, Calgary, AB
Energía renovable entregada (MWh/año): 25,556
Costos Iniciales Totales: $ 34'760,708
GEI netos reducidos (t_{CO_2}/año): 25,123
Flujo de Caja Acumulativos ($)
Años
Tiempo a flujo de caja positivo: más de 25 años
Valor Presente Neto: $ -27'163,120

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Demostraciones de Software
Velocidad de Viento y Reducción de Emisión GEI

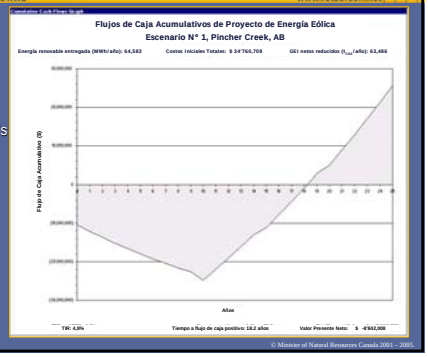
RETScreen® International — www.retscreen.net

Escenario Nº 1a

(Planta Ecológica)
Pincher Creek, AB
Lethbridge → 7,0 m/s

63.486 t_{CO_2} / año

18,2 años
4,8 %


Flujos de Caja Acumulativos de Proyecto de Energía Eólica
Escenario N° 1, Pincher Creek, AB
Energía renovable entregada (MWh/año): 64,583
Costos Iniciales Totales: $ 34'760,708
GEI netos reducidos (t_{CO_2}/año): 63,486
Flujo de Caja Acumulativos ($)
Años
TIR: 4,8%
Tiempo a flujo de caja positivo: 18.2 años
Valor Presente Neto: $ -8'842,008

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

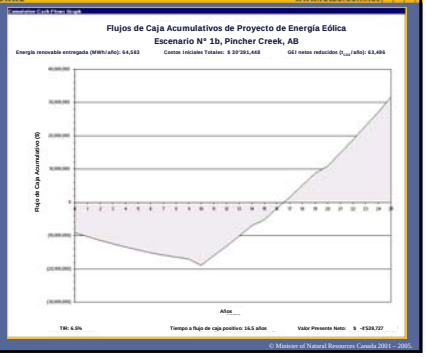
Demostraciones de Software
Costo de Turbina Eólica

RETScreen® International www.retscreen.net

Escenario Nº 1b

1.000 $/kW

16,5 años
6,5 %


Flujos de Caja Acumulativos de Proyecto de Energía Eólica
Escenario N° 1b, Pincher Creek, AB
Flujo de Caja Acumulativo ($)
Años
TIR: 6.5%
Tiempo a flujo de caja positivo: 16.5 años
Valor Presente Neto: $ -€$28,727

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

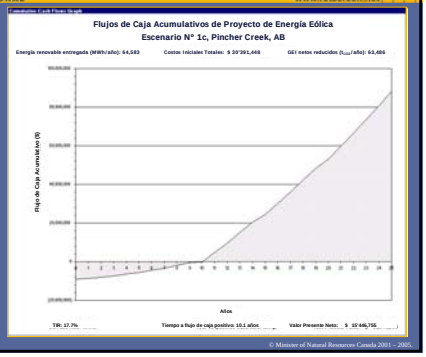
Demostraciones de Software
Crédito de Producción de ER

RETScreen® International www.retscreen.net

Escenario Nº 1c

0,025 $/kWh

10,1 años
17,7 %


Flujos de Caja Acumulativos de Proyecto de Energía Eólica
Escenario N° 1c, Pincher Creek, AB
Flujo de Caja Acumulativo ($)
Años
TIR: 17.7%
Tiempo a flujo de caja positivo: 10.1 años
Valor Presente Neto: $ 15'486,755

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

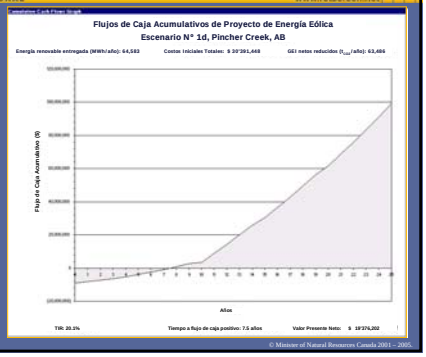
Demostraciones de Software
Crédito por Emisiones GEI

RETScreen® International www.retscreen.net

Escenario Nº 1d

5 $/ton

7,5 años
20,1 %


Flujos de Caja Acumulativos de Proyecto de Energía Eólica
Escenario N° 1d, Pincher Creek, AB
Flujo de Caja Acumulativo ($)
Años
TIR: 20.1%
Tiempo a flujo de caja positivo: 7.5 años
Valor Presente Neto: $ 19'376,202

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

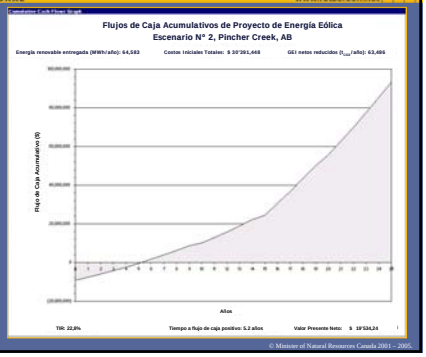
Demostración de Software
Plazo de la Deuda

RETScreen® International www.retscreen.net

Escenario Nº 2

15 años

5,2 años
22,8 %


Flujos de Caja Acumulativos de Proyecto de Energía Eólica
Escenario N° 2, Pincher Creek, AB
Energía renovable entregada (MWh/año): 64,593
Costos Iniciales Totales: $ 39'391,449
GEI netos reducidos (tCO2/año): 63,486
Flujo de Caja Acumulativo ($)
Años
TIR: 22,8%
Tiempo a flujo de caja positivo: 5,2 años
Valor Presente Neto: $ 19'534,24

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

¿Preguntas?

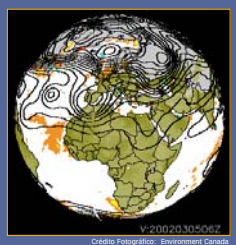
RETScreen® International www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Análisis de Emisión de Gas de Efecto Invernadero con Software RETScreen®

RETScreen® International www.retscreen.net

Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia



Crédito Fotográfico: Environment Canada

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Natural Resources Canada Ressources naturelles Canada

Canada

Objetivos

RETScreen® International www.retscreen.net

- Introducir una metodología para el cálculo de reducciones en emisiones de gas de efecto invernadero (GEI)
- Hacer una demostración del Modelo de Análisis de Reducción de Emisión GEI

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

¿Qué se requiere calcular?

RETScreen® International www.retscreen.net

- Reducción anual de emisión de GEI
  - Caso base (típicamente tecnología convencional) vs. Caso propuesto (tecnología de energía limpia)
  - Unidades: toneladas de CO_2 por año
  - Emisiones de CH_4 y N_2O convertidas a emisiones equivalentes de CO_2 en términos de su potencial de calentamiento global

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

¿Cómo se calcula?

RETScreen® International www.retscreen.net

Reducción anual de emisión GEI (t_{CO_2}) =

(Factor de Emisión GEI de caso base (t_{CO_2}/MWh) - Factor de Emisión GEI de caso propuesto (t_{CO_2}/MWh)) x Energía anual Entregada para uso final (MWh)

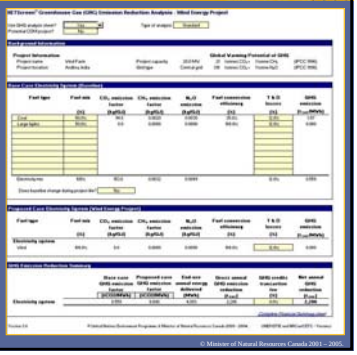
- RETScreen® ajusta la reducción anual para tomar en cuenta las pérdidas de transmisión y distribución, y las remuneraciones por transacciones de créditos GEI (Versión 3.0 o superior)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Modelo de Análisis de Reducción de Emisión de GEI RETScreen®

RETScreen® International www.retscreen.net

- Metodología estandarizada desarrollada por NRCan con el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (PANU), el Centro PANU RISØ sobre Energía, Clima y Desarrollo Sustentable, y el Fondo de Carbón Prototipo del Banco Mundial (FCP)
- Validado por un equipo de expertos del Gobierno y la Industria



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Tipo de Análisis

RETScreen® International www.retscreen.net

- Análisis estándar: RETScreen® automáticamente utiliza IPCC y valores estándares de la industria para:
  - Equivalencia de factores de CO_2 para CH_4 y N_2O
  - Emisiones CO_2, CH_4, N_2O para combustibles comunes
  - Eficiencia para la conversión de combustible a calor o electricidad
- Análisis personalizado: el usuario especifica estos valores
- Análisis definido por el usuario: el usuario ingresa los factores de emisiones de GEI directamente (Versión 3.0 o superior)
  - No especifica eficiencias de combustibles y conversión

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Definiendo la línea de base

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Diferentes líneas de base para cálculos de emisiones de GEI:
  - Línea de base estática histórica (toda la capacidad de generación existente)
  - Línea de base estática histórica basada en tendencias recientes
  - Línea de base estática basada en planes de expansión
  - Línea de base dinámica marginal futura
  - Otras
- RETScreen® admite un cambio de línea de base durante el curso del proyecto (Versión 3.0 o superior)
- Puede basarse en áreas internacionales, nacionales, o sub - nacionales
- Aún en negociación vía el Protocolo de Kyoto
- El usuario debe poder defender la selección de la línea de base y no debe sobreestimar las reducciones de emisión

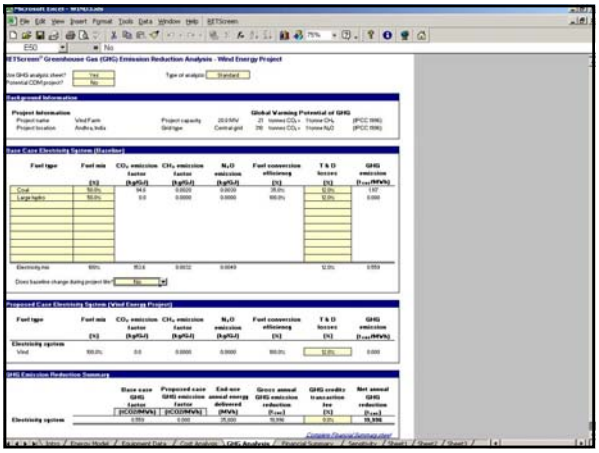
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

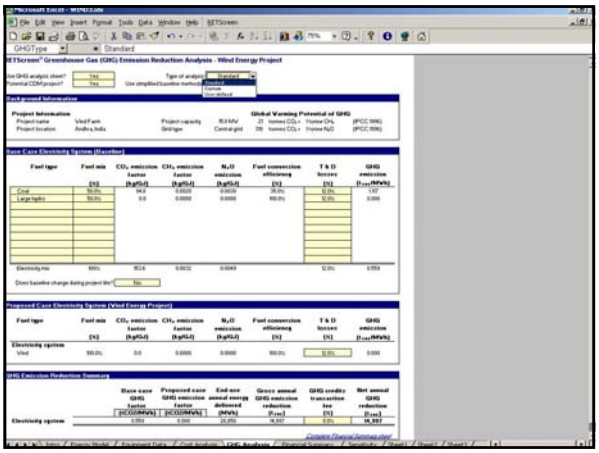
RETScreen® Facilita los Proyectos del Protocolo de Kyoto MDL e IC

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL):
  - Países industrializados o empresas que invierten en proyectos de reducción de emisión de GEI en países en desarrollo obtienen créditos de estos proyectos
- Proyectos MDL en pequeña escala pueden utilizar métodos de línea de base simplificados
  - Proyectos de generación eléctrica ≤ 15 MW
  - Ahorros de proyectos de eficiencia energética ≤ 15 GWh por año
- Proyectos de implementación conjunta (IC):
  - Países industrializados o empresas obtienen créditos invirtiendo en un proyecto en otro país que tenga metas de emisión bajo el protocolo de Kyoto (como por ejemplo los países que aparecen en el Anexo I)
  - Proyectos típicamente en un país de economía en transición
- Los proyectos MDL e IC requieren demostrar "adicionalidad" en las reducciones mas allá de aquellos logrados en el escenario de línea de base

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.





Conclusiones

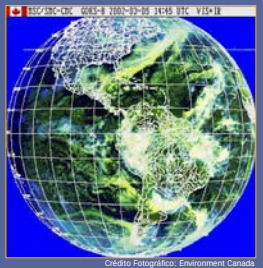
RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- RETScreen© calcula la reducción de la emisión anual de GEI para un proyecto de energía limpia comparado con un sistema de caso base
- Fácil de usar, pero requiere que el usuario defina cuidadosamente el escenario de caso base para grandes proyectos
- El modelo toma en cuenta reglas que emergen del protocolo de Kyoto al nivel de un estudio de pre - factibilidad
- Para mantener credibilidad, el usuario no debe sobrestimar las reducciones de emisión de GEI del proyecto propuesto

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

¿Preguntas?

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net



Crédito Fotográfico: Environment Canada

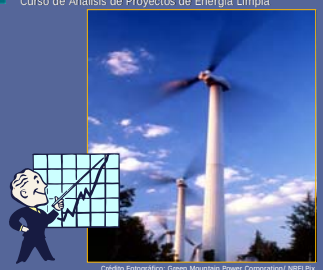
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Análisis Financiero y de Riesgo con Software RETScreen®

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia



Crédito Fotográfico: Green Mountain Power Corporation/ NRELPix

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Natural Resources Canada Ressources naturelles Canada

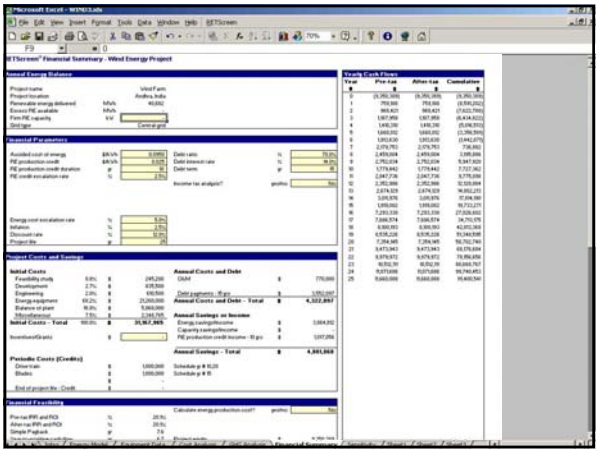
Canada

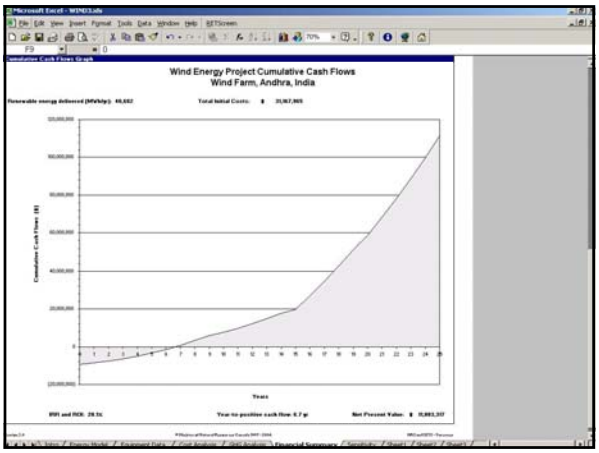
Objetivos

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Introducir la metodología RETScreen® para la evaluación de la viabilidad financiera de un proyecto potencial de energía limpia
  - Revisión de parámetros financieros (entrada) importantes
  - Revisión de indicadores más importantes de viabilidad financiera
  - Examen de supuestos para cálculos de flujo de caja
  - Diferencias más saltantes entre los costos iniciales, repago simple e indicadores financieros más importantes
- Demostrar la hoja de cálculo de resumen financiero RETScreen®
- Mostrar cómo los incentivos, créditos de producción, créditos GEI e impuestos pueden ser incluidos en el análisis financiero
- Introducir el análisis de sensibilidad y el análisis de riesgo con RETScreen®
- Hacer una demostración de la Hoja de Cálculo de Análisis de Sensibilidad y Riesgo RETScreen® (Versión 3.0 o superior)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

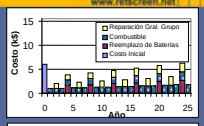


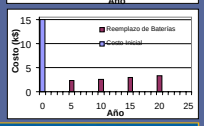


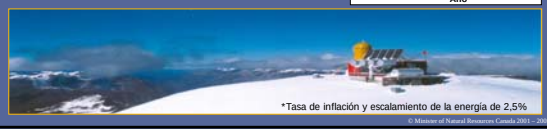
Costos Iniciales vs. Costos Operativos: El ejemplo de las Telecomunicaciones Remotas

RETScreen® International www.retscreen.net

- Grupo Electrógeno + batería (caso base):
  - Costo inicial: 6.000 $
  - Costo Anual: 1.000 $ for fuel*
  - Reemplazo de baterías cada 4 años (1.500 $)*
  - Reparación general cada 2 años (1.000 $)*
- Celdas Fotovoltaicas+batería (caso propuesto):
  - Costo inicial: 15.000 $
  - Reemplazo de baterías cada 5 años (2.000 $)*







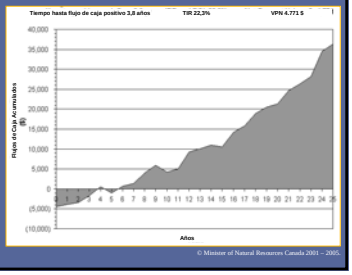
*Tasa de inflación y escalamiento de la energía de 2,5%

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Determinando la Viabilidad Financiera: El ejemplo de las Telecomunicaciones Remotas

RETScreen® International www.retscreen.net

- ¿Cómo comparamos el grupo electr. y el sistema FV?
  - Grupo electrógeno: menores costos iniciales
  - Fotovoltaico: menores costos anuales y periódicos
- RETScreen® calcula indicadores que contemplan los ingresos como los gastos de toda la vida del proyecto!



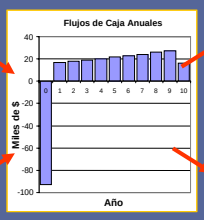
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

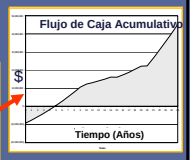
Cálculos de Flujo de Caja: ¿Qué hace RETScreen®?

RETScreen® International — www.retscreen.net

Flujos de Ingresos
- Ahorros en Combustible
- Ahorros en OyM
- Ahorros Periódicos
- Incentivos
- Créditos de Producción
- Créditos Gas Efecto Invernadero

Flujos de Salidas
- Inversión en Capital
- Pagos de Deuda Anuales
- Pagos OyM
- Costos Periódicos





Indicadores
- Valor Presente Neto
- Período de Repago
- TIR
- Cobertura de Servicio de la Deuda
- Etc.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Parámetros Financieros (Entrada) Utilizados por RETScreen®

RETScreen® International — www.retscreen.net

Parámetros Financieros

Costo evitado de energía	$/kWh	0.0950	Relación de deuda	%	70.0%
Crédito de producción ER	$/kWh	0.025	Tasa de interés de deuda	%	14.0%
Duración de crédito de prod. ER	año	10	Plazo de deuda	año	25
Tasa de escalam. de crédito ER	%	2.5%			
Crédito de reduc. Emisión GEI	$/tCO2	5.0	¿Análisis de impto. a la renta?	sí/no	Yes
Duración de crédito GEI	año	21	Tasa de impto. efectivo	%	35.0%
Tasa de escalam. de crédito GEI	%	0.0%	¿Pérdidas en años sgtes.?	sí/no	Yes
			Método de depreciación	-	Declining balance
			Base de depreciación de imptos.	%	95.0%
Tasa de escalam. de costo de energía		5.0%	Tasa de depreciación	%	30.0%
Inflación		2.5%			
Tasa de descuento		12.0%	¿Hay exención de impuestos?	sí/no	Yes
Vida del proyecto		25	Duración de exención de imptos.	año	5

- Tasa de descuento: tasa usada para convertir flujos de caja futuros al presente
- Costos de energía evitados:
  - Para proyectos de calefacción y enfriamiento: el precio del combustible en el escenario de caso base
  - Para proyectos eléctricos que venden a la red: el precio pagado por la energía limpia vendida (para promotores) o costos marginales (para empresas de servicio público)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Indicadores (Salida) de Viabilidad Financiera más Importantes

RETScreen® International — www.retscreen.net

	Repago Simple	Valor Presente Neto (VPN)	Tasa Interna de Retorno (TIR y Retorno sobre la Inversión)
Significado	# de años para recuperar los costos adicionales con los ahorros anuales	Valor total del proyecto en dólares actuales	Interest yield of project during its lifetime
Ejemplo	3 años de repago simple	VPN de 1,5 $ millones	TIR del 17 %
Criterios	Repago < n años	Valor positivo indica proyecto rentable	TIR > tasa mínima aceptable
Comentarios	• Engañoso • Ignora flujos de caja de financiamiento y de largo plazo • Se usa cuando el flujo es ajustado	• Buena estimación • El usuario debe especificar la tasa de descuento	• Puede llevar al engaño cuando el flujo va de positivo-negativo-positivo

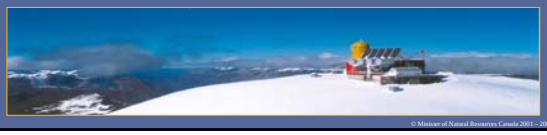
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Comparación de Indicadores:
El Ejemplo de las Telecomunicaciones Remotas

RETScreen® International www.retscreen.net

	Repago Simple	Valor Presente Neto (VPN)	Tasa Interna de Retorno (TIR y Retorno sobre la Inversión)
FV vs grupo electrógeno*	9 años	4.800 $	22%
Decisión	Grupo electrógeno	FV	FV

* Tasa de descuento del 12%; 50% de deuda financiada a 15 años al 7% de tasa de interés



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Indicadores de Viabilidad Financiera:
El Ejemplo de las Telecomunicaciones Remotas

RETScreen® International www.retscreen.net

Factibilidad Financiera

			Calcular energía prod.	si/no	No
TIR antes de impuestos	%	22.3%			
TIR después de impuestos	%	22.3%	Calcular reduc. GEI	si/no	No
Repago Simple	año	9.0			
Tiempo a flujo de caja positivo	año	3.8	Capital del proyecto	$	4,500
VPN – Valor Presente Neto	$	4,771	Deuda del proyecto	$	4,500
Ahorros Anuales del Ciclo de Vida	$	608	Pagos de deuda	$/año	494
Relación Beneficio – Costo (B-C)	-	1.98	Cobertura - servicio de deuda	-	2.09

- RETScreen® provee, para el proyecto, un rango de indicadores y un gráfico de flujo de caja acumulativo

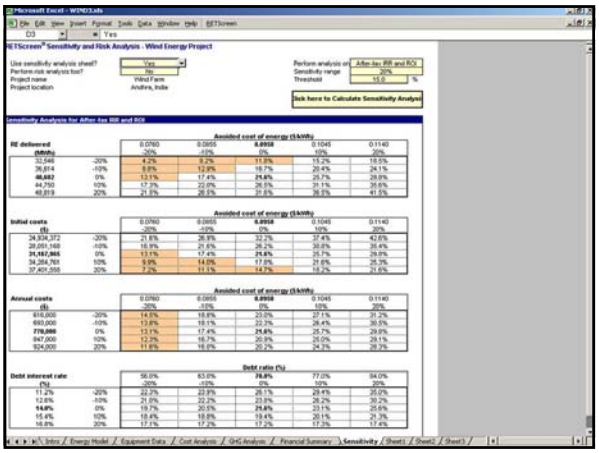
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

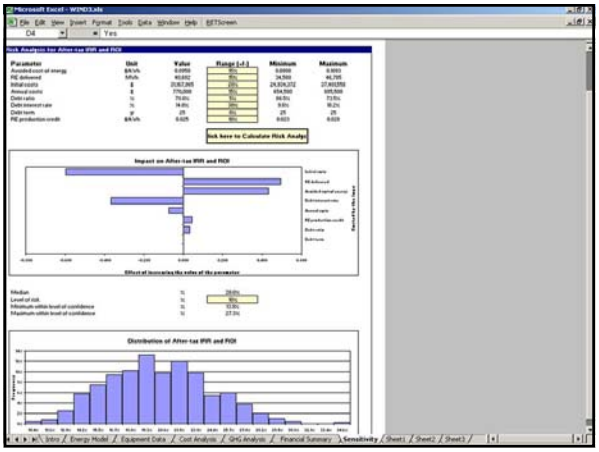
Enfrentándose a la Incertidumbre:
Análisis de Riesgo y Sensibilidad

RETScreen® International www.retscreen.net

- En la etapa de factibilidad preliminar, hay bastante incertidumbre sobre los muchos parámetros de entrada
- ¿Cómo se ve afectada la rentabilidad del proyecto por esos errores en los valores provistos por el usuario?

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.





Análisis de Sensibilidad

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Muestra como la rentabilidad del proyecto cambia cuando dos parámetros de entrada importantes varían simultáneamente
- Por ejemplo:
  - Costos iniciales 10% mayores que los estimados
  - Costos evitados de energía 20% mayores que los estimados
  - ¿La TIR excede el umbral del 15% deseado por el usuario?

Costos Iniciales ($)		Costos Evitados de Energía ($/kWh)				
		0.0760	0.0855	**0.0950**	0.1045	0.1140
		-20%	-10%	0%	10%	20%
24,934,372	-20%	11.5%	16.1%	20.4%	24.5%	28.6%
28,051,168	-10%	7.5%	11.6%	15.7%	19.4%	23.1%
31,167,965	0%	4.1%	8.3%	**12.0%**	15.4%	18.7%
34,284,761	10%	1.0%	5.3%	8.9%	12.2%	15.2%
37,401,558	20%	-1.9%	2.6%	6.2%	9.4%	12.3%

- Sí, es 15,2%
  - Las combinaciones de costos iniciales y costos evitados de energía debajo del umbral se encuentran sombreadas

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Análisis de Sensibilidad: Parámetros

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- RETScreen® calcula sensibilidad de ...
  - Tasa Interna de Retorno (TIR)
  - Años hasta flujo de caja positivo
  - Valor Presente Neto (VPN)

Realizar análisis sobre	TIR después de Imptos.
Rango de Sensibilidad	20%
Umbral	15.0% %

"Click" para Calcular Análisis de Sensibilidad

- ...hasta cambios simultáneos en (por ejemplo)...
  - Energía Renovable ER entregadas y costo evitado de energía
  - Costos iniciales y costo evitado de energía
  - Tasa de interés y plazo de la deuda
  - Reducción de emisión neta de emisión de GEI y crédito de reducción de GEI
  - ER entregada y crédito de producción ER
- ...con cambios de $\pm x$, $\pm \frac{1}{2} x$, y 0, donde x es el rango de sensibilidad especificado por el usuario

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Análisis de Riesgo

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- El usuario tiene incertidumbre sobre muchos parámetros:

Parámetro	Unidad	Valor	Rango (+/-)	Mínimo	Máximo
Costo evitado de energía	$/kWh	0.0950	5%	0.0903	0.0998
ER entregado	MWh	40,682	15%	34,580	46,785
Costos iniciales	$	31,167,965	20%	24,934,372	37,401,558
Costos anuales	$	770,000	15%	654,500	885,500
Relación de la deuda	%	70.0%	0%	70.0%	70.0%
Tasa de interés de la deuda	%	14.0%	30%	9.8%	18.2%
Plazo de la deuda	yr	15	0%	15	15
Crédito de producción ER	$/kWh	0.025	10%	0.023	0.028

  - El usuario especifica el rango de incertidumbre de cada parámetro (como por ejemplo, ±5%)
  - Todos los parámetros simultánea e independientemente se desvían de sus estimados
- ¿Cómo afecta esto a los indicadores financieros?

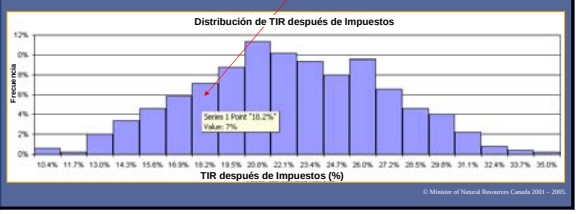
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Análisis de Riesgo: Simulación de Monte Carlo

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- RETScreen® calcula la distribución de frecuencias de los indicadores financieros (TIR, VPN, y tiempo hasta flujo de caja positivo) mediante el cálculo de valores de 500 combinaciones de parámetros
  - Los parámetros varían de manera aleatoria acorde a la incertidumbre especificada por el usuario

7% de las veces la TIR está entre 18,2±0,7%

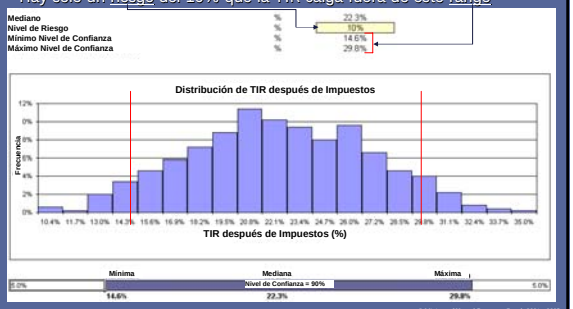


© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Análisis de Riesgo: Nivel de Riesgo

RETScreen® International www.retscreen.net

- Hay solo un riesgo del 10% que la TIR caiga fuera de este rango



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Análisis de Riesgo: Influencia de los Parámetros

RETScreen® International www.retscreen.net

- "Gráfica del Tornado" revela:
  - Qué parámetros tienen la mayor influencia
  - Cómo los cambios en los parámetros afectan la TIR después de impuestos, el VPN, o el tiempo hasta flujo de caja positivo

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Conclusiones

RETScreen® International www.retscreen.net

- RETScreen® toma cuenta de flujos de caja debido a costos iniciales, ahorros de energía, OyM, costos de combustible, impuestos, créditos GEI y ER
- RETScreen® automáticamente calcula indicadores importantes de viabilidad financiera

- La sensibilidad a los cambios de las entradas de los indicadores financieros más importantes, pueden ser investigados con RETScreen®
- Los indicadores que consideran rentabilidad sobre la vida del proyecto, tales como la TIR y el VPN, son preferibles al método de repago simple

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

¿Preguntas?
RETScreen® International
www.retscreen.net
www.retscreen.net
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Resumen de Módulo Introductorio

RETScreen® International — www.retscreen.net

Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia

Crédito Fotográfico : Nordex Gmbh

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Natural Resources Canada / Ressources naturelles Canada — Canada

Conclusiones

RETScreen® International — www.retscreen.net

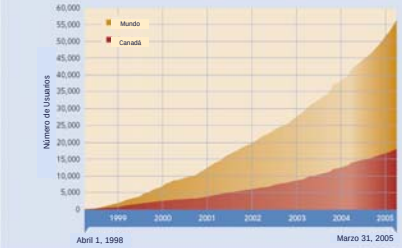
- Las tecnologías de energía limpia han madurado, existen aplicaciones eficientes en costo y los mercados están creciendo rápidamente
- Es en la etapa inicial de planeamiento donde las tecnologías de energía limpia deben ser adecuadamente consideradas por planificadores, los que toman decisiones y la industria
- RETScreen® simplifica las evaluaciones preliminares
  - Requiere relativamente pocos datos de entrada
  - Calculas automáticamente los indicadores de viabilidad financiera y técnica
  - Cuesta una 1/10ª parte del costo de los otros métodos de evaluación
  - Los procedimientos estandarizados permiten realizar comparaciones objetivas
  - Incrementa el potencial de implementación exitosa de proyectos de energía limpia

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Crecimiento de Base de Usuarios de Software RETScreen®

RETScreen® International — www.retscreen.net

Software RetScreen®: Crecimiento Acumulado de Base de Usuarios



56.448 usuarios de 206 países en todo el mundo

Creciendo a un ritmo de 300 usuarios cada semana

Top Ten Countries		
1	Canadá	18.178
2	USA	7.430
3	Francia	5.243
4	Gran Bretaña	2.423
5	España	1.972
6	Italia	1.492
7	Australia	1.335
8	Alemania	1.090
9	India	885
10	Bélgica	861

A Marzo, 2005

Una Herramienta de Construcción de Apoyo a las Decisiones y Capacidad

RETScreen® International www.retscreen.net

Software RetScreen®: Intención de Uso Reportado

Perfil de Usuario

Tipo 1 – Implementadores (36%)
20% Servicios profesionales
10% Desarrollador/propietario del proyecto
6% Suministradores de productos

Tipo 2 – Facilitadores (28%)
19% Institución educativa/Centro de Investigación y Desarrollo
6% Financiero/Gobierno/Multi-lateral
3% Asociación/ONG

Tipo 3 – Individuos (36%)

A Marzo, 2005

Plataforma Común para la Evaluación y el Desarrollo de Proyectos

RETScreen® International www.retscreen.net

Proveedores de fondos y Financistas
Planificadores, Desarrolladores y Propietarios
RETScreen Software
Reguladores y Desarrolladores de Políticas
Consultores y Suministradores de Productos

¿Preguntas?

RETScreen® International www.retscreen.net

www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE ENERGÍA EÓLICA

Análisis de Proyectos de Energía Eólica

RETScreen® International www.retscreen.net

Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia

Turbina de Escala Comercial

Crédito Fotográfico: Nordex AG

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Natural Resources Canada Ressources naturelles Canada

Canada

Objetivos

RETScreen® International www.retscreen.net

- Revisar los fundamentos de los sistemas de Energía Eólica
- Ilustrar las consideraciones clave para el análisis de proyectos de Energía Eólica
- Introducir el Modelo de Proyecto de Energía Eólica RETScreen®

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

¿Qué ofrecen los sistemas de energía eólica?

RETScreen® International www.retscreen.net

- Electricidad para
  - Redes Eléctricas Interconectadas
  - Redes Eléctricas Aisladas
  - Suministros eléctricos remotos
  - Bombeo de agua

…pero también…

  - Apoyo para redes débiles
  - Reducción de la exposición a la volatilidad del precio de la energía
  - Reducción de las pérdidas de transmisión y distribución

Bosque Eólico San Gorgino, Palm Springs, California, USA

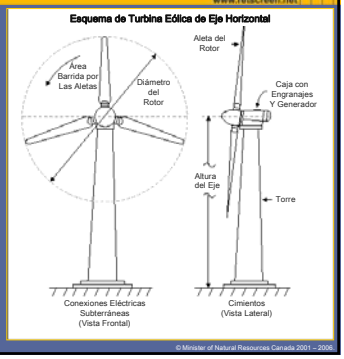
Crédito Fotográfico: Warren Gretz/ NREL Pix

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Descripción de la Turbina Eólica

RETScreen® International www.retscreen.net

- Componentes
  - Rotor
  - Caja de Engranajes
  - Torre
  - Cimientos
  - Controles
  - Generador
- Tipos
  - Eje Horizontal
    - El más común
    - Controla el diseño de giro del rotor en el viento
  - Eje Vertical
    - Poco común



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Utilización de la Energía Eólica

RETScreen® International www.retscreen.net

- Sin conexión a red eléctrica:
  - Pequeñas turbinas (50 W a 10 kW)
  - Carga de baterías
  - Bombeo de agua
- Conectado a red aislada
  - Turbinas típicas de 10 a 200 kW
  - Reduce los costos de generación en áreas remotas: sistema híbrido viento-diesel
  - Alta o baja penetración
- Conectado a red central
  - Turbinas típicas de 200 kW a 2 MW
  - Granjas de Viento de múltiples turbinas

Turbina de 10-kW sin red, México

Crédito Fotográfico: Charles Newcomber/ NREL Pix

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Elementos de Proyectos de Energía Eólica

RETScreen® International www.retscreen.net

- Evaluación de recursos eólicos
- Evaluación ambiental
- Aprobación de regulaciones
- Diseño
- Construcción
  - Caminos
  - Línea de transmisión
  - Subestaciones

Instalando un Mástil Meteorológico de 40-m, Québec, Canadá

Crédito Fotográfico: GPCo Inc.

Subestación, California, USA

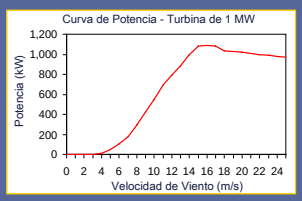
Crédito Fotográfico: Warren Gretz/NREL Pix

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Recursos Eólicos

RETScreen® International www.retscreen.net

- Es esencial un alto promedio de velocidad de vientos
  - Como mínimo un promedio anual de 4 m/s
  - Se tiende a sobreestimar la velocidad del viento
  - La velocidad del viento tiende a incrementarse con la altura
- Buenos recursos eólicos
  - Áreas costeras
  - Cumbres de largas pendientes
  - Pasos
  - Terreno abierto
  - Valles que canalizan los vientos
- Típicamente se tiene más viento en
  - Invierno que en verano
  - El día que en la noche

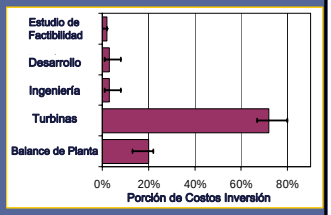


© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Costos de Sistemas Eólicos

RETScreen® International www.retscreen.net

- Granjas de viento
  - Costo de Inversión: 1.500 $/kW instalado
  - Operación y Mantenimiento: 0,01 $/kWh
  - Precio de venta: 0,04 $ - 0,10 $/kWh
- Turbinas simples y redes aisladas
  - Costos más altos (mas como proyectos específicos)
  - El estudio de Factibilidad, desarrollo e ingeniería representa una mayor porción de costos
- Se espera el reemplazo de un componente de 20 a 25% de los costos de inversión
  - Aletas del rotor o caja de engranajes



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Consideraciones de un Proyecto Eólico

RETScreen® International www.retscreen.net

- Unos buenos recursos eólicos reducen dramáticamente el costo de producción
  - Una buena evaluación de recursos eólicos es una inversión que vale la pena realizarla
- Fuentes adicionales de ingresos
  - Créditos de producción del Gobierno o de las empresas de servicios públicos o tarifas para la energía limpia
  - Ventas de créditos de reducción de emisiones (CRE's)
- Restricciones y criterios
  - Aceptación medio ambiental
  - Aceptación de la población local
  - Capacidad de transmisión de la interconexión a la red
- Financiamiento, tasas de interés, tipos de cambio

Turbina de Granja de Viento, Le Nordais, Québec, Canadá

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Europa y Estados Unidos

Sistemas de Energía Eólica de Redes Eléctricas Interconectadas

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- La generación intermitente no es un problema: 17% de la electricidad de Dinamarca proviene del viento sin reserva adicional de generación.
- Proyectos rápidos (2 a 4 años) que pueden crecer siguiendo la demanda

Granja de Viento Costera, Dinamarca

Crédito Fotográfico: Danmarks Tekniske Universitet

Granja de Viento en Palm Springs, California, USA

Crédito fotográfico: Warren Gretz/ NREL Pix

- El terreno puede ser utilizado para otros propósitos, tales como la agricultura
- Personas, negocios, y cooperativas frecuentemente poseen y operan turbinas simples

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: India y Canadá

Sistemas Eólicos de Redes Eléctricas Aisladas

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Generación eléctrica cara debido al costo de transporte del combustible diesel a áreas remotas
  - Las turbinas eólicas reducen el consumo de combustible diesel
- Confiabilidad y mantenimiento son importantes

Instalación de una turbina de 50-kW, Bengala Occidental, India

Crédito Fotográfico: Paul Pynn/ Atlantic Orient Canada

Turbina de 50-kW, Nunavut, Canadá

Crédito Fotográfico: Phil Owens/ Nunavut Power Co.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Estados Unidos, Brasil y Chile

Sistemas de Energía Eólica Sin Red

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Electricidad para pequeñas cargas en áreas con viento, sin redes
- Las baterías en sistemas autónomos provén electricidad durante períodos son viento
- Bombeo de agua: El reservorio es el almacenamiento
- Puede ser usado en combinación con grupos electrógenos de combustible fósil y/o arreglos fotovoltaicos en un sistema "híbrido"

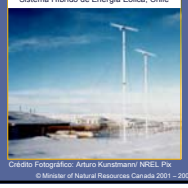
Electricidad para una Torre Remota de Telecomunicaciones, Arizona, USA

Crédito Fotográfico: Southwest Windpower/ NREL Pix

Electricidad para una Aldea Remota, Brasil

Crédito Fotográfico: Roger Taylor/ NREL Pix

Sistema Híbrido de Energía Eólica, Chile



Crédito Fotográfico: Arturo Kunstmann/ NREL Pix

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Modelo de Proyecto de Energía Eólica RETScreen®

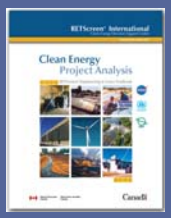
RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Análisis de producción de energía de todo el mundo, de costos de ciclo de vida y de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero
  - Con red interconectada, red aislada y sin red
  - Turbinas simples o granjas de viento
  - Distribuciones de viento Rayleigh, Weibull, o definidos por el usuario
- Solo 1 punto de datos para RETScreen® vs. 8.760 para modelos de simulación horaria
- Actualmente no cubiertos:
  - Sistemas autónomos que requieren almacenamiento

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

RETScreen® Cálculo de Energía Eólica

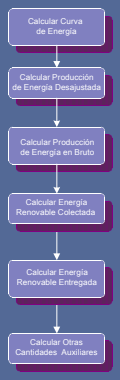
RETSCREEN® INTERNATIONAL



Ver el e-Libro

Análisis de Proyectos de Energía Limpia: RETScreen® Ingeniería y Casos

Capítulo de Análisis de Proyectos de Energía Eólica


Calcular Curva de Energía
Calcular Producción de Energía Desajustada
Calcular Producción de Energía en Bruto
Calcular Energía Renovable Colectada
Calcular Energía Renovable Entregada
Calcular Otras Cantidades Auxiliares

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplo de Validación del Modelo de Proyectos de Energía Eólica RETScreen®

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- RETScreen® comparado con simulación horaria HOMER
  - 10 turbinas de 50 kW cada una instaladas en Kotzebue, Alaska
  - El estimado de la producción anual de energía de RETScreen se encuentra dentro del **1,1%** de el de HOMER
- RETScreen® comparado con los datos monitoreados del mismo sistema:

Período	Energía RETScreen (MWh)	Energía Monitoreada (MWh)	Diferencia
1998 (3 turbinas)	250	271	-8%
1999-2000	1.057	1.170	-10%

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Conclusiones

RETScreen® International www.retscreen.net

- Las turbinas eólicas suministran electricidad en todo el mundo conectadas o no a redes eléctricas
- A buen recurso eólico es un factor importante para proyectos exitosos
- Disponibilidad de créditos de producción o tarifas para la energía limpia son importantes para proyectos conectados a una red eléctrica
- RETScreen® calcula la producción de energía utilizando los datos anuales con una precisión comparable con simulaciones horarias
- RETScreen® puede brindar significativos ahorros de estudios de factibilidad preliminares

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

¿Preguntas?

RETScreen® International www.retscreen.net

Módulo de Análisis de Proyectos de Energía Eólica
Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia RETScreen® International

Para mayor información por favor visite el sitio web RETScreen® en
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE PEQUEÑAS HIDROS

Análisis de Proyectos de Pequeñas Hidros

RETScreen® International — www.retscreen.net

Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia

Proyecto de Pequeña Hidro de Pasada, Canadá

Crédito Fotográfico: SNC-Lavalin

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Natural Resources Canada — Ressources naturelles Canada — Canada

Objetivos

RETScreen® International — www.retscreen.net

- Revisar los fundamentos de los sistemas de Pequeñas Hidros
- Ilustrar las consideraciones clave para el análisis de proyectos de Pequeñas Hidros
- Introducir el Modelo de Proyecto de Pequeñas Hidros RETScreen®

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

¿Qué ofrecen los sistemas de pequeñas hidros?

RETScreen® International — www.retscreen.net

- Electricidad para
  - Redes Eléctricas Interconectadas
  - Redes Eléctricas Aisladas
  - Suministros eléctricos remotos

Crédito Fotográfico: Robin Hughes/ PNS

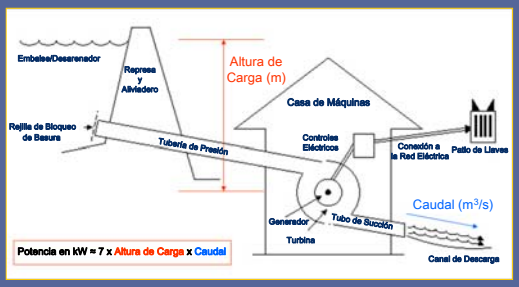
…pero también…

- Confiabilidad
- Muy bajos costos operativos
- Reducción de la exposición a la volatilidad del precio de la energía

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Descripción de un Sistema de Pequeña Hidro

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006

Proyectos de "Pequeñas" Hidro

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- "Pequeña" no está universalmente definida
  - El tamaño del proyecto está relacionado no solo con la capacidad de generación eléctrica sino también a si se cuenta con ya sea alta o baja altura de carga

	Potencia Típica	Caudal RETScreen®	Diámetro de Rueda RETScreen®
Micro	< 100 kW	< 0,4 m³/s	< 0,3 m
Mini	100 a 1.000 kW	0,4 a 12,8 m³/s	0,3 to 0,8 m
Pequeña	1 a 50 MW	> 12,8 m³/s	> 0,8 m

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006

Tipos de Proyectos de Pequeñas Hidro

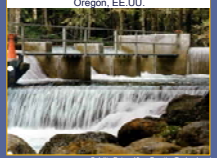
RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Tipo de red
  - Red interconectada
  - Red aislada o sin red
- Tipo de obras civiles
  - De pasada
    - Sin almacenamiento de agua
    - La potencia varía con caudal disponible del río: menor capacidad firme
  - Reservorio
    - Mayor capacidad firme todo el año
    - Usualmente requiere represamiento significativo

Proyecto Hidro de Pasada de 17,6 MW, Massachusetts, USA

Crédito Fotográfico: PG&E National Energy Group/ Low Impact Hydropower Institute

Proyecto Hidro de Pasada de 4,3 MW, Oregón, EE.UU.



Crédito Fotográfico: Frontier Technology/ Low Impact Hydropower Institute

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006

Componentes: Obras Civiles

RETScreen® International www.retscreen.net

- Típicamente alcanzan el 60% de los costos de inversión de la planta
- Represa o dique de desviación
  - Represa baja de construcción simple para central de pasada
  - Concreto, madera, albañilería
  - Sólo el costo de la represa puede hacer el proyecto inviable
- Conducción de agua
  - Toma con rejilla de bloqueo de basura y compuerta; canal de descarga a la salida
  - Canal excavado, túnel subterráneo y/o tubería de presión
  - Válvulas/compuertas a la entrada/salida de la turbina, para mantenimiento
- Casa de máquinas
  - Aloja la turbina, y equipos mecánicos y eléctricos

Crédito Fotográfico: Ottawa Engineering

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Componentes: Turbina

RETScreen® International www.retscreen.net

- Versiones en pequeña escala de grandes turbinas hidráulicas
- Eficiencia del 90% posible
- En centrales de pasada, los caudales son muy variables
  - La turbina debe funcionar muy por encima de un rango de caudales o se debe usar turbinas múltiples
- Reacción: Francis, hélice de paso fijo, Kaplan
  - Para aplicaciones de baja y media altura de carga
  - Turbinas sumergidas utilizan presión de agua y energía cinética
- Impulso: Pelton, Turgo, flujo tranversal
  - Para aplicaciones de alta altura de carga (caída)
  - Utiliza la energía cinética de un chorro de agua de alta velocidad

Turbina Pelton

Crédito Fotográfico: PO Sjöman Hydrotech Consulting

Turbina Francis

Crédito Fotográfico: PO Sjöman Hydrotech Consulting

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Componentes: Equipos Eléctricos y Otros

RETScreen® International www.retscreen.net

- Generador
  - Inducción
    - Debe estar enlazado con otros generadores
    - Uso para suministrar electricidad a una gran red
  - Síncrono
    - Puede funcionar de forma aislada de otros generadores
    - Para aplicaciones autónomas y redes aisladas
- Otros equipos
  - Variador de velocidad para igualar a la turbina con el generador
  - Válvulas, controles electrónicos, dispositivos de protección
  - Transformador

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Recursos Hidráulicos en el Mundo

RETScreen® International www.retscreen.net

- Más lluvia cae sobre los continentes que los que se evapora de ellos
- Para equilibrar, la lluvia debe fluir hacia los océanos en ríos

	Potencial Técnico (TWh/año)	% Desarrollado
Africa	1.150	3
Sur de Asia y Medio Oriente	2.280	8
China	1.920	6
Ex Unión Soviética	3.830	6
Norte América	970	55
Sudamérica	3.190	11
América Central	350	9
Europa	1.070	45
Australasia	200	19

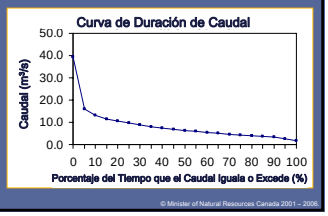
Fuente: *Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity*, 1993, Island Press.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Recursos Hidráulicos en el Sitio

RETScreen® International www.retscreen.net

- Muy específicos del sitio: ¡se requiere un río explotable!
  - Cambio en la elevación sobre una relativa corta distancia (altura de carga o caída)
  - Variación aceptable en el caudal en el tiempo: curva de duración de caudal
    - El caudal residual reduce el disponible para generación eléctrica
- Estimar la curva de duración de caudal basándose en
  - Medición del caudal en el tiempo
  - Tamaño de la cuenca sobre el sitio, escorrentía específica, y perfil de la curva de duración del caudal



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Costos de Sistemas de Pequeñas Hidros

RETScreen® International www.retscreen.net

- 75% de los costos son específicos al sitio
- Altos costos iniciales
  - Pero las obras civiles y equipos pueden durar >50 años
- Muy bajos costos de operación y mantenimiento
  - Usualmente es suficiente un operador a tiempo parcial
  - El mantenimiento periódico de los equipos mayores requieren un contratista externo
- Desarrollos de mayores alturas de carga tienden a ser menos costosos
- Rango típico: 1.200 $ a 6.000$ por kW instalado

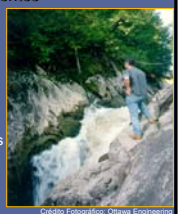
Crédito Fotográfico: Ottawa Engineering

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Proyecto de Pequeña Hidro Consideraciones

RETScreen® International www.retscreen.net

- Mantener los costos bajos con diseños simples y estructuras civiles prácticas y de fácil construcción
- Pueden ser usadas represas y obras civiles existentes
- Tiempo de desarrollo de 2 a 5 años
  - Estudios de recursos y estudios ambientales: aprobaciones
- Cuatro etapas para el trabajo de ingeniería:
  - Inspección de reconocimiento/estudios hidráulicos
  - Estudio de pre-factibilidad
  - Estudio de factibilidad
  - Planeamiento del sistema e ingeniería del proyecto



Crédito Fotográfico: Ottawa Engineering

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Pequeña Hidro Consideraciones Ambientales

RETScreen® International www.retscreen.net

- Un desarrollo de una pequeña hidro puede cambiar
  - Hábitat de peces
  - Estética del sitio
  - Usos recreacionales/de navegación
- Requerimientos de evaluación de impactos ambientales dependen del sitio y tipo de proyecto:
  - Planta de pasada en represa existente: relativamente menor
  - Planta de pasada en sitio no desarrollado: construcción de represa/dique/derivación
  - Desarrollos de almacenamiento de agua: mayores impactos que crece con la escala del proyecto

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Eslovaquia, Canadá y EE.UU.

Sistemas de Pequeñas Hidro Enlazadas a Redes Interconectadas

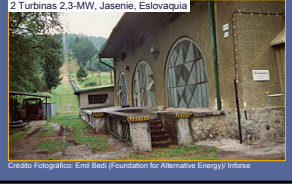
RETScreen® International www.retscreen.net

- Proyectos de pasada alimentarán a la red cuando se tenga caudal disponible
- De propiedad de una empresa de servicios públicos o un productor independiente de electricidad con contratos de largo plazo

Pequeño Desarrollo Hidro, Sureste, EE.UU.

Crédito Fotográfico: CHI Energy

2 Turbinas 2,3-MW, Jasenie, Eslovaquia



Crédito Fotográfico: Emil Bedi (Foundation for Alternative Energy)/ Inforse

Pequeño Desarrollo Hidro, Newfoundland, Canadá

Crédito Fotográfico: CHI Energy

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: EE.UU. y China

Sistemas de Pequeñas Hidros Aisladas de Redes

RETScreen® International www.retscreen.net

- Comunidades remotas
- Residencias remotas e industria

Generadoras de Pequeña Hidro, China

Crédito Fotográfico: International Network on Small Hydro Power

Sistema de Pequeña Hidro King Cove 800 kW, Pueblo de 700 Personas

Crédito Fotográfico: Duane Hippel NREL Pix

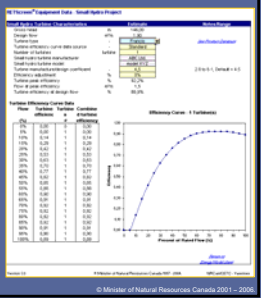
- Se paga precios más altos por la electricidad
- Los proyectos de pasada típicamente requieren capacidad suplementaria y podrían tener caudales en exceso de la demanda

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Modelo de Proyecto de Pequeña Hidro RETScreen®

RETScreen® International www.retscreen.net

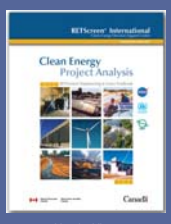
- Análisis de producción de energía de todo el mundo, de costos de ciclo de vida y de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero
  - Con red interconectada, red aislada y sin red
  - Micro hidro con simple turbina a pequeña hidro multi-turbina
  - Método de costeo por "Formula"
- Actualmente no cubre:
  - Variaciones estacionales en cargas de redes aisladas
  - Variaciones en altura de carga en proyectos de almacenamiento (el usuario debe suministrar valor promedio)



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Cálculo de Energía de Pequeñas Hidros RETScreen®

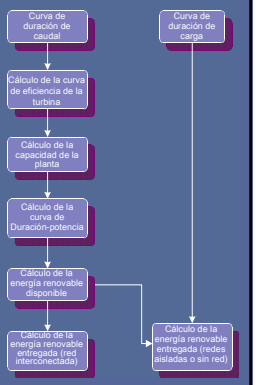
RETScreen® International



Ver el e-Libro

Análisis de Proyectos de Energía Limpia: RETScreen® Ingeniería y Casos

Capítulo de Análisis de Proyectos de Pequeñas Hidros

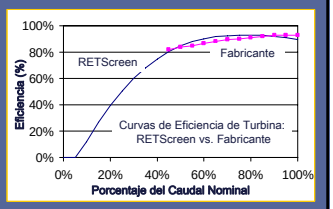

Curva de duración de caudal
Cálculo de la curva de eficiencia de la turbina
Cálculo de la capacidad de la planta
Cálculo de la curva de Duración-potencia
Cálculo de la energía renovable disponible
Cálculo de la energía renovable entregada (red interconectada)
Curva de duración de carga
Cálculo de la energía renovable entregada (redes aisladas o sin red)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplo de Validación del Modelo de Proyecto de Pequeña Hidro RETScreen®

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Eficiencia de la Turbina
  - Comparado con los datos del fabricante para una turbina Francis de 7 MW GEC Alsthom
- Capacidad de planta y salida
  - Comparado con HydrA para un sitio en Escocia
  - Todos los resultados dentro del 6,5%
- Método de costeo por fórmula
  - Comparado con RETScreen®, dentro del 11% de un estimada detallado de costos para un proyecto de 6 MW en Newfoundland



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Conclusiones

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Los proyectos de pequeñas hidros (hasta 50 MW) pueden proporcionar electricidad para redes interconectadas o aisladas y para suministros eléctricos remotos
- Proyectos de pasada:
  - Menor costo y menores impactos ambientales
  - Pero necesitan potencia de respaldo en redes aisladas
- Tienen costos de inversión altos de los que el 75% son específicos al sitio
- RETScreen® estima la capacidad, capacidad firme, salida, y costos basados en las características del sitio tales como la curva de duración del caudal y la altura de carga
- RETScreen® puede brindar significativos ahorros de estudios de factibilidad preliminares

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

¿Preguntas?

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Módulo de Análisis de Proyectos de Pequeñas Hidros
Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia RETScreen® International

Para mayor información por favor visite el sitio web RETScreen® en
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS FOTOVOLTAICOS

Análisis de Proyectos Fotovoltaicos

RETScreen® International www.retscreen.net

Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia

Fotovoltaicos en el National Research Laboratory, Québec, Canadá

Crédito Fotográfico: CANMET Energy Technology Centre -Varennes

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Natural Resources Canada Ressources naturelles Canada

Canada

Objetivos

RETScreen® International www.retscreen.net

- Revisar los fundamentos de los sistemas Fotovoltaicos (FV)
- Ilustrar las consideraciones clave para el análisis de proyectos FV
- Introducir el Modelo de FV RETScreen®

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

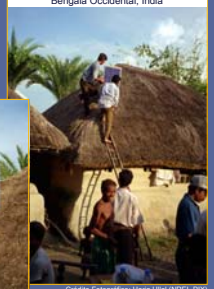
¿Qué proveen los sistemas FV?

RETScreen® International www.retscreen.net

- Electricidad (CA/CC)
- Agua de bombeo

…pero también…

- Confiabilidad
- Simplicidad
- Modularidad
- Imagen
- Silencio



Sistema de Iluminación para Viviendas, Bengala Occidental, India

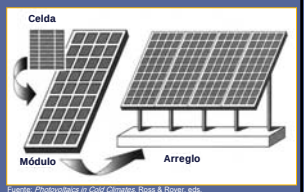
Crédito Fotográfico: Harin Ullal (NREL PIX)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Componentes de Sistemas FV

RETScreen® International www.retscreen.net

- Módulos
- Almacenamiento: baterías, tanque
- Acondicionador de Electricidad
  - Inversor
  - Controlador de Carga
  - Rectificador
  - Convertidor CC-CC
- Otros generadores: diesel/gasolina, turbina eólica
- Bomba



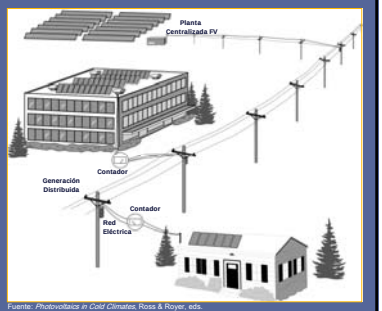
Fuente: *Photovoltaics in Cold Climates*, Ross & Royer, eds.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Sistemas Conectados a la Red

RETScreen® International www.retscreen.net

- Integración FV
  - Distribuidas
  - Centralizadas
- Tipo de Red
  - Interconectada
  - Aislada
- Usualmente no es efectivo en costos sin subsidios



Fuente: *Photovoltaics in Cold Climates*, Ross & Royer, eds.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Sistemas No Conectados a la Red

RETScreen® International www.retscreen.net

- Configuración
  - Autónomos
  - Híbrido
- Frecuentemente son muy efectivos en costos
  - Mejor en pequeñas cargas (< 10 kW_p)
  - Menores costos de inversión que una línea de conexión a la red
  - Menores costos de O y M que los grupos electrógenos y baterías primarias

Fuente: *Photovoltaics in Cold Climates*, Ross & Royer, eds.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Sistemas de Bombeo de Agua

RETScreen® International www.retscreen.net

- Clase especial de sistema sin conexión a la red
- Frecuentemente es efectivo en costos
  - Suministro de agua para ganado
  - Suministro de agua para aldeas
  - Suministro de agua doméstica

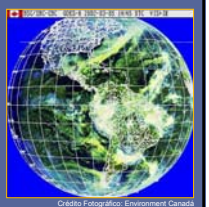
Fuente: *Photovoltaics in Cold Climates*, Ross & Royer, eds.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Recursos Solares

RETScreen® International www.retscreen.net

- 1 W_p de FV= 800 a 2.000 Wh por año
  - Latitud
  - Nubosidad
- El recurso solar en invierno es crítico para sistemas no conectados a la red
  - Mayores ángulos de inclinación (latitud +15º)
  - Sistemas híbridos
- El recurso solar anual es crítico para sistemas conectados a la red
  - Rastreadores cuando se requiera una alta proporción del haz de radiación



Crédito Fotográfico: Environment Canada

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Correlación Solar-Carga

RETScreen® International www.retscreen.net

- Correlación estacional
  - Irrigación
  - Sistemas de cabañas
- Correlación Diurna
  - Positiva, cero y negativa

Crédito Fotográfico : Sandia Nat. Lab. (NREL PIX)

Fuente: *Photovoltaics in Cold Climates*, Ross & Royer, eds.

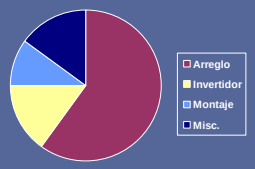
Crédito Fotográfico: BP Solarex (NREL PIX)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos de Costos de Sistemas FV

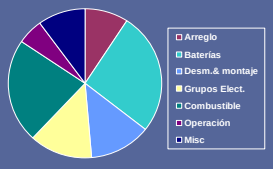
RETScreen® International www.retscreen.net

- Casa conectada a red, 1 kW (38°N, California)



- Energía = 1,6 MWh/año
- Costo = 0,35 $/kWh
- Costos de la Red= 0,08 $/kWh

- Híbrido para telecom fuera de red, 2,5 kW (50°S, Argentina)



- Energía = 5 MWh/año, (FV=50%)
- Costo = 2,70 $/kWh
- Costo de Grupo Electrógeno/Batería = 4,00 $/kWh

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Consideraciones de Proyectos Fotovoltaicos

RETScreen® International www.retscreen.net

- Distancia a la red
- Costo de visitas al sitio
- Costos O y M
- Confiabilidad vs, costo
- Gestión de las expectativas
- Aspectos sociales
- Valor de intangibles
  - Imagen
  - Beneficios ambientales
  - Reducción de ruido y contaminación visual
  - Modularidad y simplicidad

Estación Repetidora de NorthwesTel en la Cima de una Montaña -, Columbia Británica del Norte, Canadá

Crédito Fotográfico: Vadim Belotserkovsky

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Tíbet, Botswana, Swazilandia y Kenya
Sistemas FV para Viviendas e Iluminación Solar

RETScreen® International www.retscreen.net

- Costos prohibitivos de líneas de conexión a la red
- Pequeñas cargas
- Mantenidas Localmente
- Simple
- Confiable

Crédito Fotográfico: Energy Research Center of the Netherlands

Batik para Propósitos Educacionales

Crédito Fotográfico: Frank Van Der Vleuten (Renewable Energy World)

Sistema Solar para Vivienda

Crédito Fotográfico: Simon Tsuo (NREL PIX)

Vivienda para Personal Médico de Clínica

Crédito Fotográfico: Vadim Belotserkovsky

Sistema Solar para Vivienda

Crédito Fotgráfico: Energy Research Center of the Netherlands

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Finlandia y Canadá

Cabañas y Viviendas Remotas

RETScreen® International www.retscreen.net

- Modular
- Simple
- Ruido reducido
- Sin líneas eléctricas
- Cabaña: correlación estacional de la carga
- Para todo el año: Sistemas híbridos

Cabaña

Crédito Fotográfico: Fortum NAPS (*Photovoltaics in Cold Climates*)

Vivienda

Crédito Fotográfico: Vadim Belotserkovsky

Sistema Híbrido

Crédito Fotográfico: Vadim Belotserkovsky

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Marruecos y Brasil

Sistemas Eléctricos Híbridos para Aldeas

RETScreen® International www.retscreen.net

- Costos prohibitivos de líneas de conexión a la red
- Costos altos del combustible diesel y mantenimiento de grupos electrógenos
- Aspectos Humanos
  - Expectativas
  - Gestión de la demanda
  - Impactos sociales

Aldea

Crédito Fotográfico: Roger Taylor (NREL PIX)

Colegio Rural

Crédito Fotográfico: BP Solarex (NREL PIX)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Antártica y Canadá

Sistema Industrial: Telecom y Monitoreo

RETScreen® International www.retscreen.net

- Sitios muy remotos …
  - Costo de O y M
  - Grupos Electrógenos y FV complementariamente
- …y aún en sitios cercanos a la red …
  - Costo del transformador
  - Pueden ser reubicados
  - Más confiables que la red

Sistema de Monitoreo Sísmico

Crédito Fotográfico: Northern Power Systems (NREL PIX)

Sistema de Monitoreo de Cabeza de Pozo de Gas

Crédito Fotográfico: Sofrek Solar Energy

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Suiza y Japón

Edificios conectados a la red con FV

RETScreen® International www.retscreen.net

- Con frecuencia no es efectivo en costos sin subsidios
- Justificado por:
  - Imagen
  - Beneficios ambientales
  - Estímulo del mercado
- Los acuerdos de largo plazo por parte de los fabricantes, gobierno y las empresas de servicio público han reducido costos

Sistema Solar en Techos
Crédito Fotográfico: Atlantis Solar Systeme AG

FV Integrada en Vidriado de Oficinas
Crédito Fotográfico: Solar Design Associates (IEA PVPS)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: India y USA

Sistemas FV de Bombeo de Agua

RETScreen® International www.retscreen.net

- Efectivo en costos cuando no está conectada a la red
- Correlación de cargas
  - Almacenamiento en tanque de agua
  - Correlación de carga estacional
- Calidad de agua mejorada
- Conveniente
- Confiable
- Simple

Agua Doméstica

Crédito Fotográfico: Harin Ullal, Central Elects. Ltd. (NREL PIX)

Sistema de Agua para Ganado

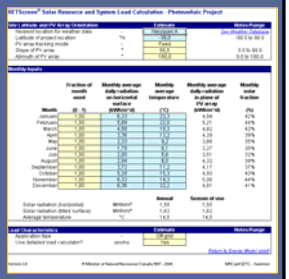
Crédito Fotográfico: Jerry Anderson, Northwest Rural Public Power District (NREL PIX)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Modelo de Proyecto Fotovoltaico RETScreen®

RETScreen® International www.retscreen.net

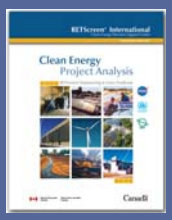
- Análisis de producción de energía de todo el mundo, de costos de ciclo de vida y de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero
  - Conectados a red (redes interconectados o aislados)
  - No conectado a red (Baterías FV- o grupo electrógeno-baterías FV)
  - Bombeo de agua
- Solo 12 puntos de datos para RETScreen® vs. 8.760 para modelos de simulación horaria
- Actualmente no cubiertos:
  - Sistemas concentradores
  - Cálculos de probabilidad de pérdida de carga



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Cálculo de Energía FV RETScreen®

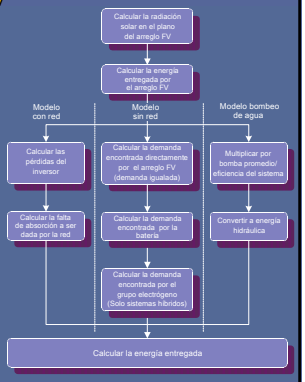
RETSCREEN® INTERNATIONAL



Ver el e-Libro

Análisis de Proyectos de Energía Limpia: RETScreen® Ingeniería y Casos

Capítulo de Análisis de Proyectos Fotovoltaicos

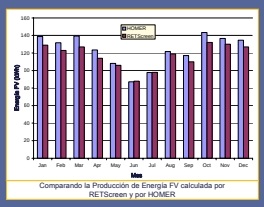

Calcular la radiación solar en el plano del arreglo FV
Calcular la energía entregada por el arreglo FV
Modelo con red
Modelo sin red
Modelo bombeo de agua
Calcular las pérdidas del inversor
Calcular la demanda encontrada directamente por el arreglo FV (demanda igualada)
Multiplicar por bomba promedio eficiencia del sistema
Calcular la falta de absorción a ser dada por la red
Calcular la demanda encontrada por la batería
Convertir a energía hidráulica
Calcular la demanda encontrada por el grupo electrógeno (Solo sistemas híbridos)
Calcular la energía entregada

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

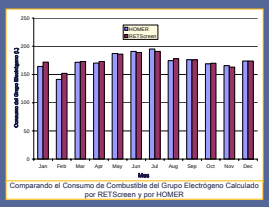
Ejemplo de Validación del Modelo de Proyecto FV RETScreen®

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Sistema híbrido FV/grupo electrógeno/batería en Argentina comparado a simulación horaria de HOMER
  - Carga 500 W_{AC}
  - Arreglo de 1 kW_p, batería de 60 kWh, grupo de 7.5 kW, inversor de 1 kW



Comparando la Producción de Energía FV calculada por RETScreen y por HOMER



Comparando el Consumo de Combustible del Grupo Electrógeno Calculado por RETScreen y por HOMER

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Conclusiones

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- FV para electricidad con red y sin red, bombeo de agua
- El recurso solar es bueno alrededor del mundo
  - Sistemas FV instalados en todos los climas
- Costos de inversión altos
  - Efectivo en costos para los sistemas no conectados a la red
  - Subsidios requeridos para los sistemas conectado a la red
- RETScreen® es un análisis anual con cálculos de recursos mensuales que puede lograr precisión comparable a modelos de simulación horaria
- RETScreen® puede brindar significativos ahorros de estudios de factibilidad preliminares

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

¿Preguntas?

RETScreen® International www.retscreen.net

Módulo de Análisis de Proyectos Fotovoltaicos
Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia RETScreen® International

Para mayor información por favor visite el sitio web RETScreen® en
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE COGENERACIÓN

Análisis de Proyectos de Cogeneración

RETScreen® International — www.retscreen.net

Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia

Central de Generación Eléctrica

Crédito Fotográfico: Warren Gretz, DOE/NREL PIX

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Natural Resources Canada / Ressources naturelles Canada — Canada

Objetivos

RETScreen® International — www.retscreen.net

- Revisar los fundamentos de los Sistemas de Cogeneración
- Aclarar las consideraciones más importantes para el análisis de proyectos de cogeneración
- Introducción al Modelo de Proyectos de Cogeneración RETScreen®

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

¿Que suministran los sistemas de Cogeneración?

RETScreen® International — www.retscreen.net

- Electricidad
- Calor
  - Edificios
  - Servicios Comunales
  - Procesos industriales

...pero también...

- Eficiencia energética incrementada
- Desperdicios y emisiones reducidas
- Pérdidas en Transmisión y Distribución Reducidas
- Una oportunidad para usar el sistema distrital de energía
- Enfriamiento

Planta de Generación Eléctrica a Combustible de Biomasa, USA

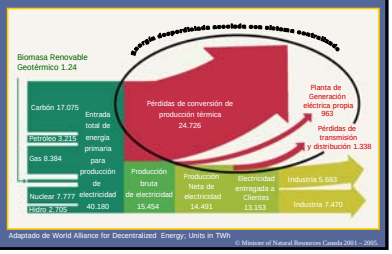
Crédito Fotográfico: Andrew Carlin, Tracy Operators/NREL PIX

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Motivación para el uso de un Sistema de Cogeneración

RETScreen® International www.retscreen.net

- El sistema eléctrico centralizado tradicional es ineficiente
  - De una mitad a dos tercios de la energía es desperdiciada en forma de calor
  - Este calor, que de otra forma se pierde, puede ser usado en procesos industriales, calentamiento de ambientes y agua, enfriamiento, etc.
- La electricidad típicamente tiene mas valor que el calor


energía desperdiciada asociada con sistema centralizado
Biomasa Renovable
Geotérmico 1.24
Carbón 17.075
Petróleo 3.215
Gas 8.384
Nuclear 7.777
Hidro 2.705
Entrada total de energía primaria para producción de electricidad 40.180
Pérdidas de conversión de producción térmica 24.726
Producción bruta de electricidad 15.454
Producción Neta de electricidad 14.491
Planta de Generación eléctrica propia 963
Pérdidas de transmisión y distribución 1.338
Electricidad entregada a Clientes 13.153
Industria 5.683
Industria 7.470

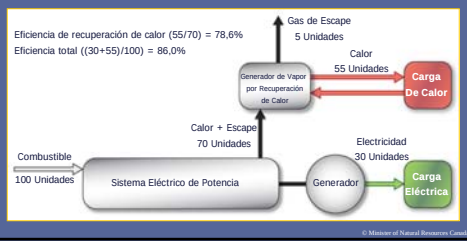
Adaptado de World Alliance for Decentralized Energy: Units in TWh

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

El Concepto de la Cogeneración

RETScreen® International www.retscreen.net

- Producción simultánea de dos o mas tipos de energía utilizable de una sola fuente de energía
- Uso de calor de desperdicio de equipos de generación de electricidad



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Descripción de la Cogeneración Equipamiento y Tecnologías

RETScreen® International www.retscreen.net

- Equipamiento de calefacción
  - Recuperación de calor de desperdicio
  - Caldero / Horno / Calentador
  - Bomba de calor, etc.
- Equipamiento de Enfriamiento
  - Compresor
  - Enfriador de Absorción
  - Bomba de calor, etc.
- Equipamiento de Generación de Electricidad
  - Turbina a gas
  - Turbina a vapor
  - Turbina a gas – ciclo combinado
  - Motor reciprocante
  - Celda electroquímica, etc.

Turbina a Gas

Crédito Fotográfico: Rolls-Royce plc

Equipo de Enfriamiento

Crédito Fotográfico: Urban Ziegler, NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Descripción de la Cogeneración (cont.)
Tipos de Combustible

RETScreen® International www.retscreen.net

- Combustibles fósiles
  - Gas natural
  - Petróleo Diesel (#2)
  - Carbón, etc.
- Combustibles renovables
  - Residuos de madera
  - Biogas
  - Derivados Agrícolas
  - Cultivos con Propósito Específico, etc.
  - Bagazo
  - Gas de Relleno Sanitario
- Energía geotérmica
- Hidrógeno, etc.

Biomasa para Cogeneración

Crédito Fotográfico: Warren Gretz, DOE/NREL

Géyser Geotérmico

Crédito Fotográfico: Joel Renner, DOE/ NREL PIX

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

CHP Description (cont.)
Applications

RETScreen® International www.retscreen.net

- Edificios simples
- Comercial e industrial
- Edificios múltiples
- Sistemas de energía distritales (ej. comunidades)
- Procesos industriales

Cogeneración en Municipio de la Ciudad de Kitchener

Crédito Fotográfico: Urban Ziegler, NRCan

Cogeneración con gas de relleno sanitario para sistema de calefacción distrital, Suecia

Crédito Fotográfico: Urban Ziegler, NRCan

Micro turbina en invernadero

Crédito Fotográfico: Urban Ziegler, NRCan

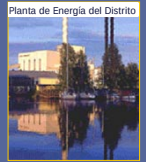
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Sistemas de Energía Distritales

RETScreen® International www.retscreen.net

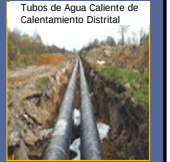
- El calor de una planta de cogeneración puede ser distribuida a edificios múltiples cercanos para calefacción y enfriamiento.
  - Los tubos de acero aislados son enterrados a 0,6 a 0,8 m bajo el suelo.
- Ventajas comparadas con que cada edificio cuente con su propia planta:
  - Más alta eficiencia
  - Control de emisiones en una sola planta
  - Seguridad
  - Confort
  - Facilidad operativa
- Típicamente costos iniciales más altos

Planta de Energía del Distrito



Crédito Fotográfico: SweHeat

Tubos de Agua Caliente de Calentamiento Distrital



Crédito Fotográfico: SweHeat

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Costos del Sistema de Cogeneración

RETScreen® International www.retscreen.net

- Costos altamente variables
- Costos iniciales
  - Equipos de generación de electricidad
  - Equipos de calefacción
  - Equipos de enfriamiento
  - Interconexión eléctrica
  - Caminos de Acceso roads
  - Tendido de tuberías de energía del Distrito
- Costos recurrentes
  - Combustible
  - Operación y mantenimiento
  - Reemplazo y reparación de equipos

Tipo de equipo de generación eléctrica RETScreen	Costo Instalado Típico ($/kW)
Motor reciprocante	700 a 2.000
Turbina a gas	550 a 2.500
Turbina a gas - ciclo combinado	700 a 1.500
Turbina a vapor	500 a 1.500
Sistema geotérmico	1.800 a 2.100
Celda electroquímica	4.000 a 7.700
Turbina eólica	1.000 a 3.000
Turbina hidráulica	550 a 4.500
Módulo fotovoltaico	8.000 a 12.000

Nota: Los valores de costos típicos instalados en $ Canadienses al 1º de Enero, 2005. Tipo de cambio aproximado a esa fecha fue 1 CAD = 0,81 USD y 1 CAD = 0,64 EUR

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Consideraciones en Proyectos de Cogeneración

RETScreen® International www.retscreen.net

- Suministro de combustible de largo plazo, confiable
- Los costos de capital deben mantenerse bajo control
- Necesita "clientes" tanto para el calor como para la electricidad producida
  - Debe negociarse la venta de electricidad en la red pública si es que no se consume todo en el sitio
- Típicamente la planta es dimensionada para la carga de calentamiento de base (es decir mínima carga de calefacción bajo condiciones de operación normal)
  - Calor producido, típicamente está entre el 100 y el 200% de la electricidad producida
  - El calor puede ser utilizado para enfriamiento a través de los enfriadores de absorción
- El riesgo asociado a la incertidumbre de la dispersión futura del precio de la electricidad / gas natural

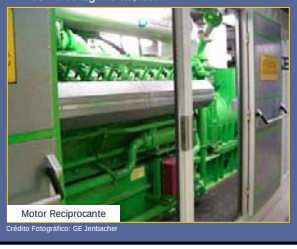
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Ejemplo: Canadá
Edificios

RETScreen® International www.retscreen.net

- Edificios que requieren calefacción, enfriamiento y un suministro confiable de electricidad
  - Hospitales, escuelas, edificios comerciales, edificios agrícolas, etc.

Hospital, Ontario, Canadá
Crédito Fotográfico: GE Jenbacher



Motor Reciprocante
Crédito Fotográfico: GE Jenbacher

Caldero de Recuperación de Calor
Crédito Fotográfico: GE Jenbacher

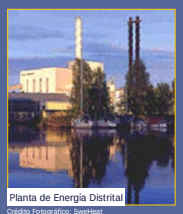
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Ejemplos: Suecia y Estados Unidos

Edificios Múltiples

RETScreen® International www.retscreen.net

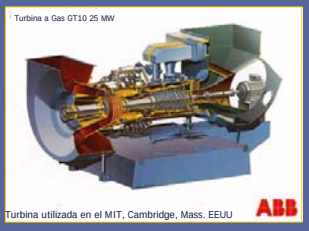
- Grupos de edificios servidos por una planta de generación de electricidad calefacción/enfriamiento central
  - Universidades, complejos comerciales, comunidades, hospitales, complejos industriales, etc.
  - Sistema de energía distrital



Planta de Energía Distrital

Crédito Fotográfico: SweHeat

Turbina a Gas GT10 25 MW



Turbina utilizada en el MIT, Cambridge, Mass. EEUU

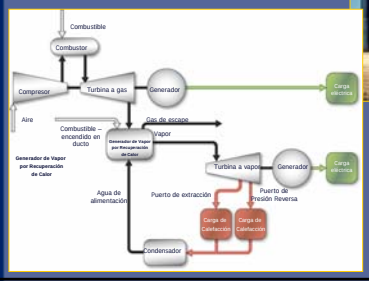
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Ejemplo: Brasil

Procesos Industriales

RETScreen® International www.retscreen.net

- Industrias con alta y constante demanda de calentamiento o enfriamiento son buenos candidatos para la Cogeneración



Bagazo para Proceso de Calor en Acería, Brasil

Crédito Fotográfico: Ralph Overend/ NREL Pix

- También aplicable a industrias que producen material de desperdicio que puedan ser usados para generar calor y electricidad

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Ejemplos: Canadá y Suecia

Gas de Relleno Sanitario

RETScreen® International www.retscreen.net

- Los rellenos sanitarios producen metano cuando la basura se descompone
- Esto puede ser utilizado como combustible para proyectos de enfriamiento, calefacción o generación de electricidad

Ciclo de Colección de Gas de Relleno Sanitario

Crédito Fotográfico: Gaz Metropolitan

Cogeneración con gas de relleno sanitario para sistema de calefacción distrital, Suecia

Crédito Fotográfico: Urban Ziegler, NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Modelo de Proyectos de Cogeneración RETScreen®

RETScreen® International www.retscreen.net

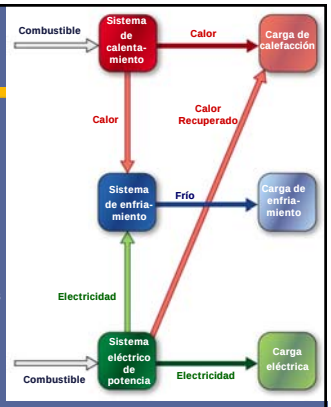
- Análisis Universal de producción de energía, costos de ciclos de vida y reducciones de emisiones de gas de efecto invernadero
  - Enfriamiento, calefacción, electricidad, y todas las combinaciones de
  - Turbinas de gas o vapor, motores reciprocantes, celdas electroquímicas, calderos, compresores, etc.
  - Vasto rango de combustibles, que van desde combustibles fósiles a biomasa y geotérmicos
  - Variedad de estrategias operacionales
  - Herramienta de gas de Relleno Sanitario
  - Sistemas de Energía Distritales
- También incluye:
  - Idiomas y monedas múltiples, cambio de unidades, y herramientas de usuario

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Modelo de Proyectos RETScreen® (cont.)

RETScreen® International

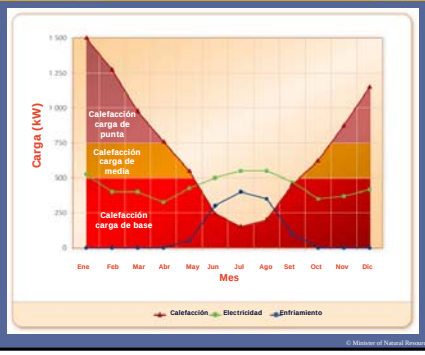
- Capacidades para diversos tipos de proyectos
  - Solo calefacción
  - Solo electricidad
  - Solo enfriamiento
  - Calor y Electricidad Combinados
  - Enfriamiento y electricidad combinados
  - Calentamiento y enfriamiento combinados
  - Enfriamiento, calefacción y electricidad combinados



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Sistemas de Calefacción del Modelo de Proyectos de Cogeneración RETScreen®

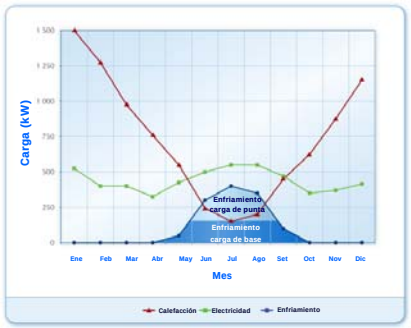
RETScreen® International www.retscreen.net



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Sistemas de Enfriamiento del Modelo de Proyectos de Cogeneración RETScreen®

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net


Carga (kW)
Enfriamiento carga de punta
Enfriamiento carga de base
Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic
Mes
Calefacción Electricidad Enfriamiento

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Sistemas de Generación Eléctrica del Modelo de Proyectos de Cogeneración RETScreen®

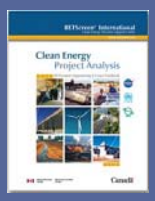
RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Carga (kW)
Electricidad carga de punta
Electricidad carga de media
Electricidad carga de base
Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic
Mes
Calefacción Electricidad Enfriamiento

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Cálculo de Energía de Cogeneración RETScreen®

RETSCREEN® INTERNATIONAL



Ver e-Libro

Análisis de Proyectos de Energía Limpia: Ingeniería y Casos RETScreen®

Capítulo Análisis de Proyectos de Cogeneración

Cargas y demandas estimadas:
- **Proyecto de calefacción;**
- **Proyecto de enfriamiento; y/o**
- **Proyecto de generación eléctrica**

Definir características de equipos

Calcular energía entregada y su correspondiente consumo de combustible

Diagrama de Flujo Simplificado del Modelo de Energía de Cogeneración

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Ejemplo de Validación del Modelo de Proyectos de Cogeneración RETScreen®

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Validación total realizada por consultor independiente (FVB Energy Inc.) y por numerosos examinadores beta de la industria, empresas de servicio público, gobierno y académicos
- Comparado con muchos otros modelos y/o datos medidos, con excelentes resultados (por ejemplo cálculos de desempeño de turbinas a vapor comparado con el software de simulación de proceso energético GE denominado GateCycle)

Cálculo de Comparación de Desempeño de Turbinas a Vapor

Corrida	Flujo de Ingreso, P, T Kpph/psia/F	Flujo de Salida P, T Kpph/psia/F	Flujo Extraido, P, T Kpph/psia/F	Eficiencia	Salida de Potencia de Gate Cycle MW	Salida de Potencia RETScreen MW
1	50/1000/750	40/14/210	10/60/293	80%	3.896	3.883
2	50/1000/545	50/60/293	0	80%	2.396	2.404
3	50/450/457	50/60/293	0	80%	1.805	1.827
4	50/450/457	50/14,7/212	0	81%	2.913	2.915

Kpph = 1.000 lbs/hr

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Conclusiones

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Sistemas de cogeneración hacen el uso más eficiente del calor que de otra manera estaría desperdiciada.
- RETScreen calcula las curvas de duración de demanda y carga, energía entregada, y consumo de combustible para diversas combinaciones de calefacción, enfriamiento y/o sistemas eléctricos de potencia utilizando datos de entrada mínimos
- RETScreen provee significantes ahorros de costos de estudios de factibilidad preliminares

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

¿Preguntas?

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Módulo de Análisis de Proyectos de Cogeneración
Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia RETScreen® International

Para mayor información por favor visite el sitio Web RETScreen en
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE CALENTAMIENTO POR BIOMASA

Análisis de Proyectos de Calentamiento por Biomasa

RETScreen® International www.retscreen.net

Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia

Planta de Calefacción Distrital, Suecia

Crédito Fotográfico: Bioenerginovator

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

Canada

Objetivos

RETScreen® International www.retscreen.net

- Revisar los fundamentos de los Sistemas de Calentamiento por Biomasa
- Ilustrar las consideraciones clave para el análisis de proyectos de Calentamiento por Biomasa
- Introducir el Modelo de Proyecto de Calentamiento por Biomasa RETScreen®

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

¿Qué brindan los sistemas de calentamiento por biomasa?

RETScreen® International www.retscreen.net

- Calor para
  - Edificios
  - Comunidades
  - Procesos Industriales

…pero también…

  - Creación de empleos
  - Un uso de materiales de desecho
  - Una oportunidad de utilizar calefacción distrital y recuperación de calor de desecho

Planta de Calefacción Distrital, Calor Proveniente de Semillas de Colza, Alemania

Photo Credit: Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwork

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Descripción del Sistema de Calentamiento por Biomasa

RETScreen® International www.retscreen.net

- Planta de Calentamiento
  - Sistema de recuperación de calor de desecho
  - Sistema de combustión de biomasa para carga de base
  - Sistema de calefacción para carga en horas punta
  - Sistema de respaldo opcional
- Sistema de Distribución de Calor
  - Suministro de agua caliente, retorno de agua fría
  - Para un solo edificio o un sistema de calefacción distrital
- Operación de Suministro de Combustible
  - Instalaciones de recepción, almacenamiento, y transporte de combustible
  - Típicamente transferencia automática de combustible del reservorio diario a la combustión

Desechos de Madera Empaquetados en Fardos de Pequeño Diámetro, Finlandia

Crédito Fotográfico: Bioenergia Suomessa

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Descripción del Sistema de Calentamiento `por Biomasa (Cont.)

RETScreen® International www.retscreen.net

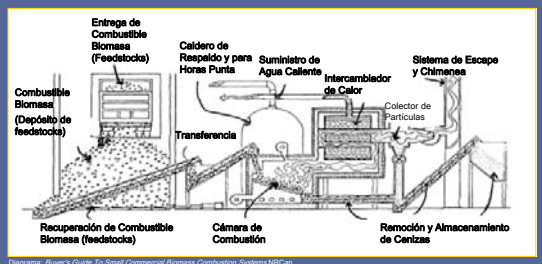

Entrega de Combustible Biomasa (Feedstocks)
Caldero de Respaldo y para Horas Punta
Suministro de Agua Caliente
Intercambiador de Calor
Sistema de Escape y Chimenea
Combustible Biomasa (Depósito de feedstocks)
Colector de Partículas
Transferencia
Recuperación de Combustible Biomasa (feedstocks)
Cámara de Combustión
Remoción y Almacenamiento de Cenizas

Diagrama: *Buyer's Guide To Small Commercial Biomass Combustion Systems* NRCan

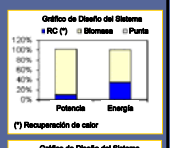
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

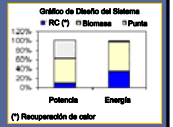
Sistema de Carga de Punta vs. Base

RETScreen® International www.retscreen.net

El sistema de biomasa puede ser dimensionado para:

- Carga de Punta
  - Uso de biocombustible maximizado y uso de combustible fósil minimizado
  - Sistema más grande y costoso
  - La operación parcial de la carga disminuye la eficiencia si la carga es variable
- Carga de Base
  - Opera cerca de la capacidad de diseño, por lo que la eficiencia es alta
  - Los costos de inversión son mucho menores
  - Sistema convencional requerido para la carga punta



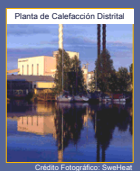


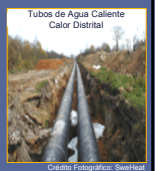
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Sistema de Calefacción Distrital

RETScreen® International www.retscreen.net

- El calor de una planta central puede ser distribuido a múltiples edificios cercanos para calefacción y servicio de agua caliente
  - Tubos de acero aislados son enterrados a 0,6 a 0,8 m bajo el suelo
- Ventajas comparadas con que cada edificio tenga su propia planta:
  - Mayor eficiencia
  - Menores emisiones
  - Seguridad
  - Confort
  - Conveniencia en la operación
- Los costos de inversión son altos
- Necesita mayor atención que los de combustible fósil


Planta de Calefacción Distrital
Crédito Fotográfico: SweHeat


Tubos de Agua Caliente Calor Distrital
Crédito Fotográfico: SweHeat

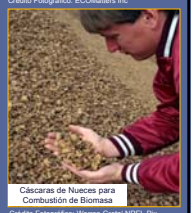
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Combustibles Biomasa

RETScreen® International www.retscreen.net

- Combustible Biomasa (feedstocks) incluye
  - Madera y residuos de madera (trozos, aserrín de sierra, pellets, virutas)
  - Residuos de agricultura (paja, desperdicios, cáscaras, lechos de paja para animales y abono)
  - Cultivos de energía (álamos híbridos, césped, sauce)
  - Basura Sólida Municipal
- Importantes consideraciones del "feedstock"
  - Valor calorífico y contenido de humedad
  - Confiabilidad, seguridad, y estabilidad de precios de suministro
  - Instalaciones de transporte y almacenamiento

Madera para Combustión de Biomasa
Crédito Fotográfico: ECOMatters Inc


Cáscaras de Nueces para Combustión de Biomasa
Crédito Fotográfico: Warren Gretz/ NREL Pix

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Atributos Ambientales de los Combustibles Biomasa

RETScreen® International www.retscreen.net

- Si es cosechado de manera sostenible:
  - Nula producción neta de gases de invernadero
- Contenido bajo de azufre reduce la lluvia ácida
- Emisiones de contaminantes del aire local
  - Partículas (hollín)
  - Contaminantes gaseosos
  - Rastros de cancerígenos
  - Podría estar sujeto a regulación

Virutas de Madera
Crédito Fotográfico: Bioenerginovator

Bagazo
Crédito Fotográfico: Warren Gretz/NREL Pix

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos de Costos de Calentamiento por Biomasa

RETScreen® International www.retscreen.net

- Para un sistema de 150 kW para calentar un edificio de 800 m²:

	Petróleo	Viruta de Madera
Costos de Inversión	21.000 $	80.000 $
O y M Anual	1.000 $	8.000 $
Combustible Anual	18.000 $	1.700 $

- Altos costos de inversión, potencialmente bajos costos de combustible:

	Precio	Costo del Calor ($/GJ)
Electricidad	0,08 $/kWh	22,50
Propano	0,40 $/L	15,60
Petróleo Residual	0,30 $/L	8,50
Gas	0,20/m³	5,80
Residuos de Aserradero	10 $/ton	1,70
Astillas de árboles	40 $/ton	6,70

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Proyecto de Calentamiento por Biomasa - Consideraciones

RETScreen® International www.retscreen.net

- Disponibilidad, calidad y precio de "feedstock" de biomasa versus combustibles sólidos
  - Usos futuros no energéticos de la biomasa (ej., pulpa)
  - Contratos de largo plazo
- Espacio disponible para despacho y almacenamiento de combustible, y grandes calderos
- Requiere operadores dedicados y confiables
  - Obtención de combustible y manipuleo de la remoción de cenizas
- Regulaciones ambientales sobre la calidad de aire y eliminación de cenizas
- Asuntos de seguros y seguridad

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Austria, Alemania y Eslovenia
Sistemas de Energía Comunitarios

RETScreen® International www.retscreen.net

- Grupos de edificios incluyendo escuelas, hospitales, y grupos de residencias

Calentamiento Distrital Convertido de Combustible Fósil a Biomasa, Eslovenia

Caldero con Quemado de Madera

Crédito Fotográfico: Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing-und Entwicklungs-Netzwerk

Manipulador Automático de Feedstock

Crédito Fotográfico: Ken Sheinkopf/ Solstice CREST

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplo: Canadá

Edificios Institucionales y Comerciales

RETScreen® International www.retscreen.net

- Edificios individuales pueden proporcionar su propio calor de biomasa
  - Institucional: escuelas, hospitales, edificios municipales
  - Comercial: almacenes, garajes, etc.

Crédito Fotográfico: ECOMatters Inc.

Pequeño Sistema de Calentamiento Comercial, Canadá

Crédito Fotográfico: Grove Wood Heat

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Brasil y EE.UU.

Calor de Procesos

RETScreen® International www.retscreen.net

- Frecuentemente utilizado cuando la biomasa es producida y el calor de procesos requerido
  - Aserraderos, fábricas de azúcar y alcohol, lugares de fabricación de muebles, y sitios de secado para procesos agrícolas.

Caña de Azúcar para Calor de Procesos, Hawaii

Crédito Fotográfico: Warren Gretz/ NREL Pix

Bagazo para Calor de Proceso en Aserradero, Brasil

Crédito Fotográfico: Ralph Overend/ NREL Pix

Interior de una Cámara de Combustión

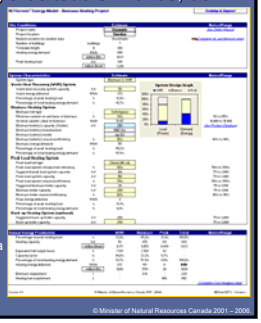
Crédito Fotográfico: Ken Sheinkopf/ Solstice CREST

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Modelo de Proyecto de Calentamiento por Biomasa RETScreen®

RETScreen® International www.retscreen.net

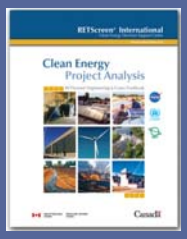
- Análisis de producción de energía de todo el mundo, de costos de ciclo de vida y de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero
  - Edificios individuales a grandes conglomerados con calor distrital
  - Biomasa, para para punta, respaldo y recuperación de calor de desecho
  - Dimensionamiento y costeo de la red de calor del distrito
- Actualmente no cubiertos:
  - Para calentamiento distrital de gran escala (>2,5 MW)
    - Utilice mas bien el Modelo de Cogeneración



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Cálculo de Energía de Calentamiento por Biomasa RETScreen®

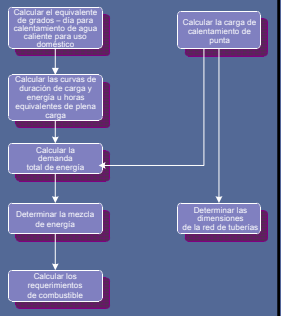
RETScreen® International



Ver el e-Libro

Análisis de Proyectos de Energía Limpia: RETScreen® Ingeniería y Casos

Capítulo de Análisis de Proyectos de Calentamiento por Biomasa

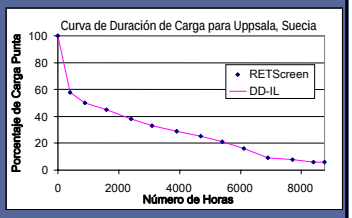

Calcular el equivalente de grados – día para calentamiento de agua caliente para uso doméstico
Calcular la carga de calentamiento de punta
Calcular las curvas de duración de carga y energía u horas equivalentes de plena carga
Calcular la demanda total de energía
Determinar la mezcla de energía
Determinar las dimensiones de la red de tuberías
Calcular los requerimientos de combustible

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplo de Validación del Modelo de Proyectos de Calentamiento por Biomasa RETScreen®

RETScreen® International www.retscreen.net

- Cálculo de la curva de duración de carga
  - Comparado con el modelo sueco DD-IL modelado para 4 ciudades de Europa y Norte América
- Dimensionamiento de la red de tuberías para calentamiento distrital
  - Comparado con el programa ABB R22– buenos resultados
- Poder calorífico de la madera
  - Comparado con 87 muestras de ramas de árboles del Este de Canadá
  - Estimado de RETScreen® para madera de desecho dentro del 5% de los datos de muestra



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Conclusiones

RETScreen® International www.retscreen.net

- Los costos de energía de calefacción por biomasa pueden ser mucho menores que los costos de calefacción convencionales, aún cuando se considere más altos costos de inversión de los sistemas de biomasa
- RETScreen® calcula las curvas de duración de carga, la biomasa requerida y la capacidad de la planta en punta, y dimensiona la red de tuberías de calentamiento distrital utilizando un mínimo de datos de entrada
- RETScreen® brinda ahorros significativos en costos de estudios preliminares de factibilidad

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

¿Preguntas?

RETScreen® International www.retscreen.net

Módulo de Análisis de Proyectos de Calentamiento por Biomasa
Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia RETScreen® International

Para mayor información por favor visite el Sitio Web RETScreen en
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE CALEFACCIÓN SOLAR DE AIRE

Análisis de Proyectos de Calefacción Solar de Aire

RETScreen® International — www.retscreen.net

Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia

Sistema de Calefacción Solar de Aire, Québec, Canadá

Crédito Fotográfico: Conserval Engineering

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Natural Resources Canada — Ressources naturelles Canada — Canada

Objetivos

RETScreen® International — www.retscreen.net

- Revisar los fundamentos de los sistemas de Calefacción Solar de Aire
- Ilustrar las consideraciones clave para el análisis de proyectos de Calefacción Solar de Aire
- Introducir el Modelo de Proyecto de Calefacción Solar de Aire RETScreen®

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

¿Qué brindan los sistemas de Calefacción Solar de Aire?

RETScreen® International — www.retscreen.net

- Aire caliente de ventilación
- Aire de proceso caliente

…pero también…

- Revestimiento contra la intemperie
- Pérdida de calor reducida a través de las paredes
- Reducida estratificación de calor del ambiente
- Mejor calidad de aire
- Menores problemas de presión negativa

Escuela, Yellowknife, Canadá

Crédito Fotográfico: Arctic Energy Alliance

Colector Solar

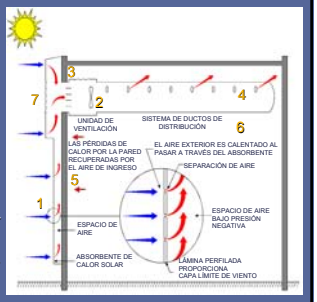
Crédito Fotográfico: Enermodal Engineering

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Operación del Sistema de Calefacción Solar de Aire

RETScreen® International www.retscreen.net

1. El absorbente perforado oscuro capta la energía solar
2. El ventilador lleva aire a través del colector y el dosel
3. Los controles regulan la temperatura
   - Deflectores
   - Calentamiento auxiliar
4. El aire es distribuido en todo el edificio
5. Se recupera la pérdida de calor por las paredes
6. Se rompe la estratificación de calor del ambiente
7. Deflector "by-pass" para el verano

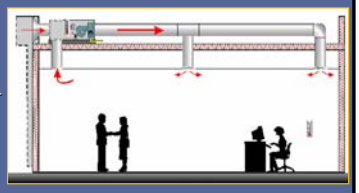


© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Sistemas Comerciales/Residenciales de Calefacción Solar de Aire

RETScreen® International www.retscreen.net

- Dos tipos de sistemas
  - Ventilación dedicada (departamentos y escuelas)
  - Calefacción, enfriamiento y ventilación con 10-20% de aire fresco
- El colector del sistema conecta los ventiladores convencionales y ductos
- Se añade calor convencional como sea requerido
- No hay rompimiento de la estratificación de calor del ambiente
- Ciclo economizador permite usar más aire fresco

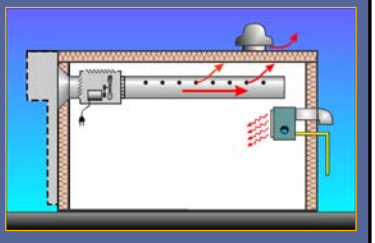


© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Sistemas Industriales de Calefacción Solar de Aire

RETScreen® International www.retscreen.net

- Para ventilación de aire en fábricas, almacenes, etc.
- Sistema de ductos perforados distribuyen aire al nivel del cielo raso
- El control de la temperatura: mezcla aire fresco y aire recirculado adiciona calor si es necesario
- Rompimiento de la estratificación de calor del ambiente: el aire frío se mezcla con el aire del techo raso y desciende



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Sistemas de Calefacción Solar de Aire para Procesos de Calor

RETScreen® International www.retscreen.net

- El colector se monta en cualquier superficie conveniente
- La salida del colector en ducto hacia el proceso
- La temperatura puede ser regulada por
  - Calentadores convencionales
  - Deflectores "By-pass"
- Secado de cultivos
  - Requiere baja temperatura para evitar daño a la cosecha
- Aire precalentado para procesos industriales

Cobertizo de Secado de Té, Java Occidental, Indonesia

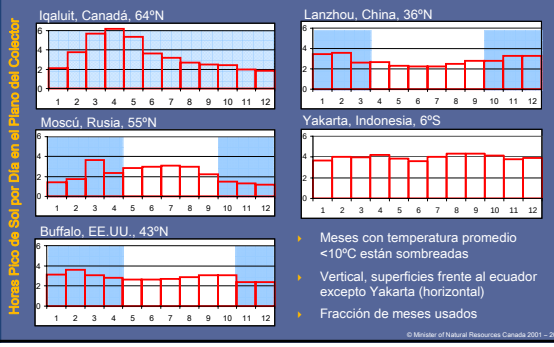
Crédito Fotográfico: Conserval Engineering

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Recursos Solares vs. Demanda de Calor para Ventilación

RETScreen® International www.retscreen.net

Horas Pico de Sol por Día en el Plano del Colector



- Meses con temperatura promedio <10°C están sombreadas
- Vertical, superficies frente al ecuador excepto Yakarta (horizontal)
- Fracción de meses usados

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Sistemas de Calefacción Solar de Aire Costos y Ahorros

RETScreen® International www.retscreen.net

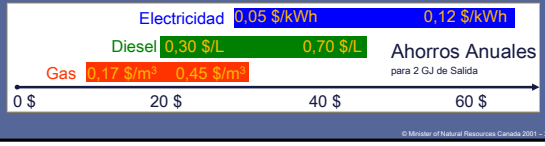
Energía Colectada:

- 1 a 3 GJ/año

Costos de Inversión:

- Colector: 100 $ a 250 $/m²
- Sistema de Ventilación: 0 $ a 100 $/m²
- Total: 100 $ a 350 $/m²

menos el costo de revestimiento convencional



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Consideraciones para un Proyecto de Calefacción Solar de Aire

RETScreen® International www.retscreen.net

- El más efectivo en costos en nuevas construcciones y renovación
  - Crédito por el revestimiento
  - Asegura que los sistemas de ventilación existentes se acomoda fácilmente al Sistema de Calefacción Solar de Aire
- Muchos de los colores oscuros tienen un grado de absorción de 0,80-0,95
  - Las consideraciones arquitectónicas pueden ser muy importantes
- Una alta ocupación lleva a ser más efectivo en costos
- Puede ser instalado alrededor de puertas y ventanas
- Pueden usarse ventiladores y ductos existentes
- Bajo o sin costos de mantenimiento adicionales

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Canadá y Estados Unidos
Sistemas de Calefacción de Aire de Ventilación

RETScreen® International www.retscreen.net

- Calidad de aire mejorada a bajo costo
- Tamaños en el rango de unos pocos m^2 a 10.000 m^2
- Los ductos deben ser ubicados cerca del muro sur (para el hemisferio norte)
- Períodos Típicos de Retorno de la inversión de 2 a 5 años
- Los sistemas industriales frecuentemente tienen el período de retorno más rápido

Edificio de Viviendas, Ontario, Canadá

Colector Marrón en Edificio Industrial, Connecticut, EE.UU.

Crédito Fotográfico: Conserval Engr.

Salón de Clase Portátil, Ontario, Canadá

Crédito Fotográfico: Conserval Engineering

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplo: Indonesia
Sistemas de Calor de Procesos

RETScreen® International www.retscreen.net

- Sistemas de caudal normalmente constante con controles muy simples
- Usado para el secado de cosechas que son recogidas a lo largo del año
- Mejor si la estación soleada coincide con la cosecha

Cobertizo de Secado de Té, Java Occidental, Indonesia

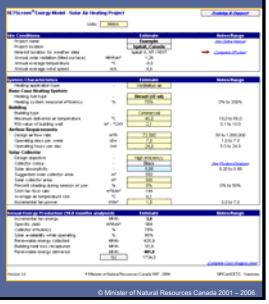
Crédito Fotográfico: Conserval Engineering

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Modelo de Proyecto de Calefacción Solar de Aire RETScreen®

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

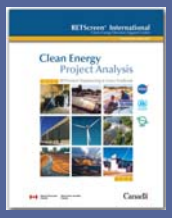
- Análisis de producción de energía de todo el mundo, de costos de ciclo de vida y de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero
  - Aire de Ventilación
  - Calor de Proceso
  - Recuperación de Calor
  - Rompimiento de la estratificación de calor del ambiente
- Solo 12 puntos de datos para RETScreen® vs. 8.760 para modelos de simulación horaria
- Actualmente no cubiertos:
  - Sistemas avanzados HRV (ventilador de recuperación de calor)
  - Sin Tecnología Solarwall®
  - Sistemas de ventilación desbalanceada



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

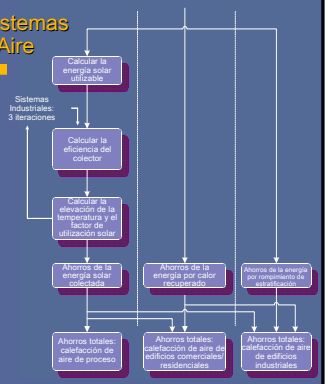
RETScreen®
Cálculo de Energía de Sistemas de Calefacción Solar de Aire

RETSCREEN® INTERNATIONAL



Ver el e-Libro
Análisis de Proyectos de Energía Limpia: RETScreen® Ingeniería y Casos

Capítulo de Análisis de Proyectos de Calefacción Solar de Aire


Calcular la energía solar utilizable
Sistemas Industriales: 3 iteraciones
Calcular la eficiencia del colector
Calcular la elevación de la temperatura y el factor de utilización solar
Ahorros de la energía solar colectada
Ahorros de la energía por calor recuperado
Ahorros de la energía por rompimiento de estratificación
Ahorros totales: calefacción de aire de proceso
Ahorros totales: calefacción de aire de edificios comerciales/ residenciales
Ahorros totales: calefacción de aire de edificios industriales

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplo de Validación del Modelo de Proyecto de Calefacción Solar de Aire RETScreen®

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Comparación con SWift™	RETScreen	SWift	Diferencia
	[kWh/m²/d]	[kWh/m²/d]	
Toronto, Ontario, Canadá			
Industrial (Elevación de Alta Temp.)	1,23	1,21	2%
Industrial (Alta Eficiencia)	1,64	1,79	-8%
Comercial (Alta Eficiencia)	1,39	1,28	9%
Winnipeg, Manitoba, Canadá			
Industrial (Elevación de Alta Temp.)	1,40	1,64	-15%
Industrial (Alta Eficiencia)	2,00	2,20	-9%
Comercial (Alta Eficiencia)	2,03	1,93	5%

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Conclusiones

RETScreen® International www.retscreen.net

- El Sistema de Calentamiento Solar de Aire provee calentamiento para aire de procesamiento y ventilación
- Las locaciones alrededor del mundo tienen energía solar disponible cuando se requiera calefacción de aire para ventilación
- El Sistema de Calentamiento Solar de Aire sirve como revestimiento contra la intemperie y se alimenta con sistemas de ventilación convencionales
- Para el Sistema de Calentamiento Solar de Aire, RETScreen® calcula
  - Energía colectada, eficiencia, y elevación de temperatura
  - Pérdidas de calor por los muros recuperadas
  - Pérdidas de calor reducidas debido al rompimiento de la estratificación de calor ambiental
- RETScreen® es un análisis anual con cálculo de recursos mensuales que pueden lograr precisión comparable a modelos de simulación horaria
- RETScreen® puede brindar significativos ahorros de costos en estudios de factibilidad preliminares

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

¿Preguntas?

RETScreen® International www.retscreen.net

Módulo de Análisis de Proyectos de Calefacción Solar de Aire
RETScreen® International Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia

Para mayor información por favor visite el sitio web RETScreen en
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE CALENTAMIENTO SOLAR DE AGUA

Análisis de Proyectos de Calentamiento Solar de Agua

RETScreen® International www.retscreen.net

Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia

Colectores de Placas Vidriadas Planas, Ontario, Canadá

Crédito Fotográfico: NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

Canada

Objetivos

RETScreen® International www.retscreen.net

- Revisar los fundamentos de los sistemas de Calentamiento Solar de Agua
- Ilustrar las consideraciones clave para el análisis de proyectos de Calentamiento Solar de Agua
- Introducir el Modelo de Proyecto de Calentamiento Solar de Agua RETScreen®

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

¿Qué ofrecen los sistemas de Calentamiento Solar de Agua?

RETScreen® International www.retscreen.net

- Agua Caliente Doméstica
- Calor para Procesos
- Calentamiento para Piscinas de Natación

…pero también…

- Incrementa el almacenamiento de agua caliente
- Extiende la temporada de natación (calentamiento de piscinas)

Centro de Conferencias, Bethel, Lesotho

Crédito Fotográfico: Vadim Belotserkovsky

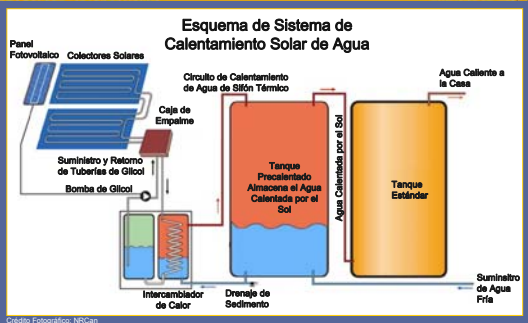
Unidad Vecinal, Kungsbacka, Suecia

Crédito Fotográfico: Alpo Winberg/ Solar Energy Association of Sweden

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Componentes de los Sistemas de Calentamiento Solar de Agua

RETScreen® International www.retscreen.net


Esquema de Sistema de Calentamiento Solar de Agua
Panel Fotovoltaico
Colectores Solares
Circuito de Calentamiento de Agua de Sifón Térmico
Agua Caliente a la Casa
Caja de Empalme
Suministro y Retorno de Tuberías de Glicol
Bomba de Glicol
Tanque Precalentado Almacena el Agua Calentada por el Sol
Agua Calentada por el Sol
Tanque Estándar
Intercambiador de Calor
Drenaje de Sedimento
Suministro de Agua Fría

Crédito Fotográfico: NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Colectores Solares No Vidriados

RETScreen® International www.retscreen.net

- Bajo Costo
- Baja Temperatura
- Robusto
- Liviano
- Calentamiento estacional de piscinas
- Baja presión
- Pobre desempeño en climas fríos o con viento

Colector Solar No Vidriado
Ranuras de Medición de Flujo
Los Canales de Flujo Originan Flujos Uniformes a Través de los Tubos
Canal de Ingreso
2º Tubo Colector
Flujo Desde la Piscina

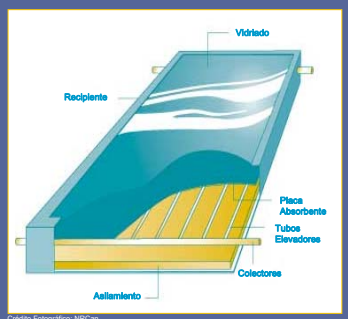
Crédito Fotográfico: NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Colectores Solares de Placas Vidriadas Planas

RETScreen® International www.retscreen.net

- Costos moderados
- Operación a más alta temperatura
- Puede operar a la presión de agua del suministro principal de agua
- Más pesado y más frágil



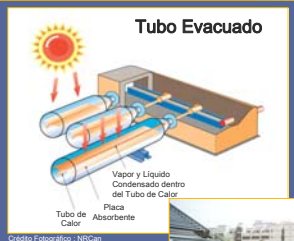
Crédito Fotográfico: NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Colectores de Tubo Evacuado

RETScreen® International www.retscreen.net

- Costos más altos
- Sin pérdidas de convección
- Alta temperatura
- Climas cálidos
- Frágil
- La instalación puede ser más complicada
- La nieve ya no es problema



Crédito Fotográfico : NRCan

Tubo Desarrollado y Fabricado en China

Crédito Fotográfico: Nautilus

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Calentamiento Solar de Agua en Diferentes Climas

RETScreen® International www.retscreen.net

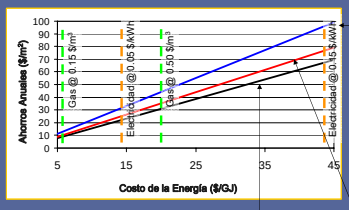
- Para cada sistema de calentamiento solar de agua con 6 m^2 de colector vidriado, una demanda de 300 l/día de agua caliente a 60ºC y 300 l de almacenamiento, la fracción solar es:

21% en Tromsø, Noruega (70ºN)	81% en Matam, Senegal (16ºN)
40% en Yellowknife, Canadá (62ºN)	59% en Puerto Limón, Costa Rica (10ºN)
32% en Varsovia, Polonia (52ºN)	59% en Yakarta, Indonesia (6ºS)
51% en Harbin, China (46ºN)	86% en Huancayo, Perú (12ºS)
67% en Sacramento, USA (39ºN)	69% en Harare, Zimbabwe (18ºS)
39% en Tokio, Japón (36ºN)	65% en Sydney, Australia (34ºS)
78% en Marrakech, Marruecos(32ºN)	39% en Punta Arenas, Chile (53ºS)
75% en Be'er-Sheva, Israel (31ºN)	

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos de Sistemas de Calentamiento Solar de Agua - Costos y Beneficios

RETScreen® International www.retscreen.net



Sistema vidriado para todo el año (con almacenamiento)

La Paz, Bolivia
2,2 GJ/m^2
400 $/$m^2$

Sistema de tubo evacuado para todo el año (con almacenamiento)

Copenhague, Dinamarca
1,8 GJ/m^2
1.000 $/$m^2$

Sistema No Vidriado para Piscina de natación solo para verano

Montreal, Canadá
1,5 GJ/m^2
150 $/$m^2$

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Consideraciones para un Proyecto de Calentamiento Solar de Agua

RETScreen® International www.retscreen.net

- Factores para proyectos exitosos:
  - Gran demanda de agua caliente para reducir la importancia de los costos fijos
  - Altos costos de energía (como en lugares donde no se dispone de gas natural)
  - Suministro de energía convencional no confiable
  - Fuerte Interés en el medio ambiente del propietario / operador de la edificación

- Cargas diurnas de agua caliente requieren menos almacenamiento
- Sistemas estacionales de bajo costo pueden ser financieramente preferibles a sistemas de mayor costo para todo el año
- El mantenimiento es similar al de cualquier sistema de cañerías, pero el operador debe estar comprometido a realizar a tiempo las reparaciones y los mantenimientos

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Australia, Botswana y Suecia
Sistemas Domésticos de Agua Caliente

RETScreen® International www.retscreen.net

- Conectado a la red, requiere un propietario que se encuentre comprometido
  - Puede tener largos períodos de retorno de la inversión cuando los precios de la energía son bajos
  - El sistema provee el 20 al 80% de agua caliente
- Sin conexión a la red donde el suministro de energía sea poco confiable

Sistema de Sifón Térmico, Australia

Crédito Fotográfico: The Australian Greenhouse Office

Casas, Malmö, Suecia

Crédito Fotográfico: Marie Andrén, Solar Energy Association of Sweden

Casa para el Personal Médico en Área Rural, Botswana

Crédito Fotográfico: Vadim Belotserkovsky

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplo: Estados Unidos y Canadá
Sistemas de Piscinas de Natación

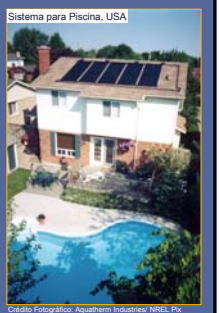
RETScreen® International www.retscreen.net

- Colectores No Vidriados de bajo costo
  - Piscinas para verano en climas fríos
  - Extiende la temporada en climas cálidos
  - Para uso en verano en piscinas para todo el año en climas fríos
  - Puede tener períodos de retorno de la inversión de 1 a 5 años
- Colectores vidriados para calor durante todo el año
- Los sistemas de filtración sirven como bomba

Sistema para Piscina Comunal, Ontario, Canadá

Crédito Fotográfico: NRCan

Sistema para Piscina, USA



Crédito Fotográfico: Aquatherm Industries/ NREL Pix

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Grecia y Canadá

Sistemas Comerciales/Industriales de Agua Caliente

RETScreen® International www.retscreen.net

- Hoteles/moteles, departamentos y edificios de oficinas
- Centros de salud y hospitales
- Lavado de carros, lavanderías, restaurantes
- Instalaciones deportivas, escuelas, instalaciones de duchas
- Acuacultura, otras pequeñas industrias

Hotel, Agio Nikolaos, Creta

Crédito Fotográfico: Regional Energy Agency of Crete/ISES

Operación de Acuacultura, Columbia Británica, Canadá

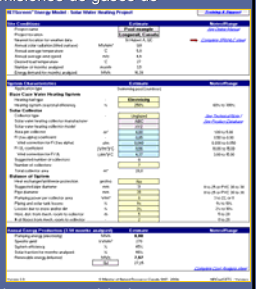
Crédito Fotográfico: NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Modelo de Proyecto de Calentamiento Solar de Agua RETScreen®

RETScreen® International www.retscreen.net

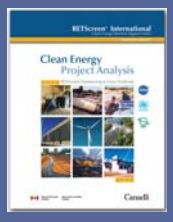
- Análisis de producción de energía de todo el mundo, de costos de ciclo de vida y de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero
  - Vidriados, no vidriados, y tubo evacuado
  - Piscinas de natación en interiores o exteriores (con o sin cubierta)
  - Sistemas de agua caliente de servicio (con o sin almacenamiento)
- Solo 12 puntos de datos para RETScreen® vs. 8.760 para modelos de simulación horaria
- Actualmente no cubiertos:
  - Cambios en cargas diarias de agua caliente de servicio
  - Agua caliente de servicio autónomos
  - Sistemas sin almacenamiento tienen altas fracciones solares
  - Concentrador y Colectores solares integrados con rastreo del sol



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

RETScreen® Cálculo de Energía de Calentamiento Solar de Agua

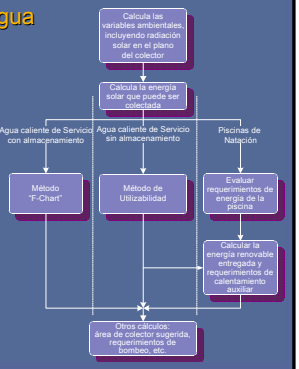
RETScreen® International



Ver el e-Libro

Análisis de Proyectos de Energía Limpia: RETScreen® Ingeniería y Casos

Capítulo de Análisis de Proyectos de calentamiento Solar de Agua


Calcula las variables ambientales, incluyendo radiación solar en el plano del colector
Calcula la energía solar que puede ser colectada
Agua caliente de Servicio con almacenamiento
Agua caliente de Servicio sin almacenamiento
Piscinas de Natación
Método "F-Chart"
Método de Utilizabilidad
Evaluar requerimientos de energía de la piscina
Calcular la energía renovable entregada y requerimientos de calentamiento auxiliar
Otros cálculos: área de colector sugerida, requerimientos de bombeo, etc.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

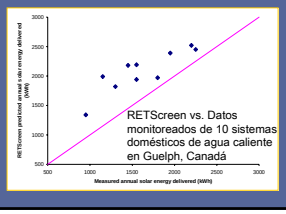
Ejemplo de Validación del Modelo de Proyecto de Calentamiento Solar de Agua RETScreen®

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

RETScreen® comparado con:

- WATSUN para sistemas domésticos de agua caliente en Toronto, Canadá:

	RETScreen	WATSUN	Dif.
Radiación incidente (GJ)	24,34	24,79	-1,8%
Carga (GJ)	19,64	19,73	-0,5%
Energía Entregada (GJ)	8,02	8,01	0,1%
Tiempo de operación de la bomba (h)	1,874	1.800	4,1%



RETScreen vs. Datos monitoreados de 10 sistemas domésticos de agua caliente en Guelph, Canadá

- ENERPOOL para piscina de verano de 48 m² in Montreal, Canadá
  - Energía requerida dentro del 2%
- Datos monitoreados de una piscina de verano de 1.200 m² en Möhringen, Alemania
  - Energía requerida dentro del 3% y producción de energía solar dentro del 14%

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Conclusiones

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Colectores no vidriados, vidriados y de tubo evacuado provén agua caliente para muchos usos y cualquier clima
- La demanda significativa de agua caliente, altos costos de energía, y un fuerte compromiso de parte del propietario/operador son factores importantes de éxito
- RETScreen® calcula:
  - La carga de agua caliente de servicio y la carga de piscina de natación
  - El Desempeño de los sistemas solares de piscina de natación y agua caliente de servicio con y sin almacenamiento
- RETScreen® es un análisis anual con cálculo de recursos mensuales que pueden lograr precisión comparable a modelos de simulación horaria
- RETScreen® puede brindar significativos ahorros de costos en estudios de factibilidad preliminares

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

¿Preguntas?

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Módulo de Análisis de Proyectos de Calentamiento Solar de Agua
RETScreen® International Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia

Para mayor información por favor visite el sitio web RETScreen® en
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE CALEFACCIÓN SOLAR PASSIVA

Análisis de Proyectos de Calefacción Solar Pasiva

RETScreen® International www.retscreen.net

Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia

Calefacción Solar Pasiva en Residencia, Francia

Crédito Fotográfico: Pamm McFadden (NREL Pix)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2009.

Natural Resources Canada Ressources naturelles Canada

Canada

Objetivos

RETScreen® International www.retscreen.net

- Revisar los fundamentos de los sistemas de Calefacción Solar Pasiva (CSP)
- Ilustrar las consideraciones clave para el análisis de proyectos CSP
- Introducir el Modelo de RETScreen® CSP

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

¿Qué proveen los sistemas CSP?

RETScreen® International www.retscreen.net

- 20 a 50% de los requerimientos de calefacción de ambientes

…pero también…

- Mejora del confort
- Mayor luz solar
- Puede reducir los costos de enfriamiento
- Reduce la condensación en las ventanas
- Puede conducir a tener plantas de calefacción y enfriamiento más pequeñas

Calefacción Solar Pasiva Diseñada para Edificio Residencial, Alemania

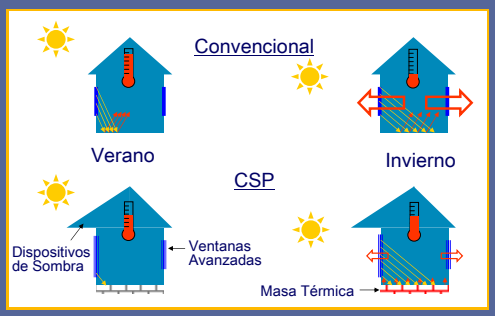
Crédito Fotográfico: Fraunhofer ISE (del Sitio Web de Investigación e Innovación de Siemens)

El Edificio NREL en Golden, Colorado

Crédito Fotográfico: Warren Gretz (NREL Pix)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Principios de Operación de CSP

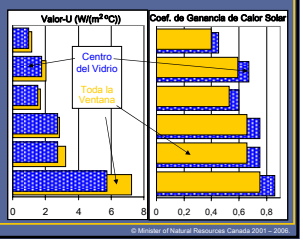


© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Tecnologías de Ventanas Avanzadas

- Doble y triple vidriado
- Baja emisividad
- Relleno de gas inerte
- Espaciadores Aislantes
- Marcos Aislados, rotura térmica

Paño	e	Relleno	Espaciador	Marco
3	0,1	Inerte	Aislante	Madera
3	0,8	Aire	Aluminio	Madera
2	0,1	Inerte	Aislante	Madera
2	0,8	Aire	Aluminio	Madera
2	0,8	Aire	Aluminio	Aluminio
1	0,8	-	-	Aluminio



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

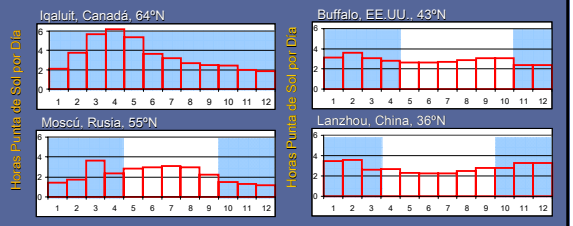
Sombreado y Masa Térmica

- El sombreado previene el sobrecalentamiento en verano
  - Sobresale sobre la exposición de cara al ecuador cuando el sol se encuentra en lo alto
  - Árboles estacionales, edificios cercanos y estructuras
  - Alambreras, contraventanas, toldos, ventanas hundidas, persianas, etc.
- La masa térmica almacena el calor, minimizando las variaciones de temperatura
  - Si el área de las ventanas frente al ecuador excede entre 8 al 10% del área del piso calentado, la casa de construcción tradicional con materiales livianos sobrecalentará.
  - El uso de paredes dobles livianas de tablas de yeso, cielos rasos, pisos de cerámica, chimenea de ladrillos, etc.
- Pueden usarse sistemas activos para distribuir el calor en el edificio

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Recursos Solares vs. Requerimientos de Calefacción Ambiental

RETScreen® International www.retscreen.net


Iqaluit, Canadá, 64ºN
Buffalo, EE.UU., 43ºN
Moscú, Rusia, 55ºN
Lanzhou, China, 36ºN
Horas Punta de Sol por Día
Horas Punta de Sol por Día
0 2 4 6 8
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

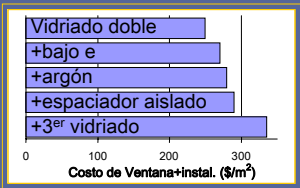
- Meses con temperatura promedio menor o igual a 10ºC están sombreados

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplo de Costos y Ahorros de la CSP

RETScreen® International www.retscreen.net

Residencia Canadiense Unifamiliar



- Costos adicionales en ventanas
  - 5 a 35%
  - 400 $ a 2.000 $ por casa
- Ahorros de 20 a 50% de los costos de calefacción ambiental

Gas	0,25 $/m³	150 $ a 380 $ por año
Petróleo	0,35 $/l	210 $ a 520 $ por año
Electricidad	0,06 $/kWh	270 $ a 680 $ por año

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Consideraciones de Proyectos de Calefacción Solar Pasiva

RETScreen® International www.retscreen.net

- Más efectivo en costos en nuevas construcciones
  - La libertad para orientar las ventanas frente al ecuador y evitar el oeste
  - Se puede reducir el tamaño del sistema de calefacción y el perímetro a calentar
- Refacción efectiva en costos si las ventanas tienen que ser reemplazadas de todas maneras
- Más efectivo en costos donde la carga de calefacción es alta comparada con la carga de enfriamiento
  - Lo mejor se presenta cuando se tienen residencias de baja elevación en climas moderados a fríos
  - Los edificios comerciales e industriales tienen altas ganancias internas
- Considerar las ventanas conjuntamente con el resto de la cobertura

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Canadá y Estados Unidos

Edificios de Baja Energía

RETScreen® International www.retscreen.net

- Técnicas solares pasivas en edificios de apariencia convencional
- Las consideraciones financieras no siempre son las principales: confort, reducción del sonido, aprecio de la calidad, y medio ambiente

Buen Sombreado y Ventanas Avanzadas, EE.UU

Crédito Fotográfico: Hickory Corporation (NREL Pix)

Casa Verde Waterloo, Ontario, Canadá

Crédito Fotográfico: Waterloo Green Home

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Alemania y Lesotho

Casas Solares Autosuficientes

RETScreen® International www.retscreen.net

- Más vidriado, más masa térmica, y control de la distribución de aire
- Todas las necesidades de calefacción ambiental pueden ser satisfechas con energía solar
- Las tecnologías avanzadas de ventanas permiten más flexibilidad en la colocación de éstas, ganancias de calor de radiación difusa

Casa Rural Solar, Thaba-Tseka, Lesotho

Crédito Fotográfico: Vadim Belotserkovsky

Freiburg, Casa Solar

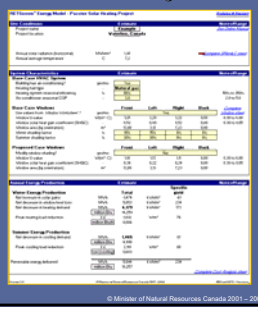
Crédito Fotográfico: Fraunhofer ISE
(del Sitio Web Siemens de Investigación e Innovación)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Modelo de Proyecto de Calefacción Solar Pasiva RETScreen®

RETScreen® International www.retscreen.net

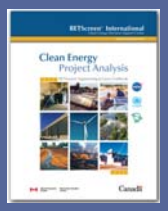
- Análisis de producción (o ahorro) de energía de todo el mundo, de costos de ciclo de vida y de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero
  - Residencias de baja elevación y pequeños edificios comerciales
  - En un clima dominado por la calefacción
  - Ganancias y pérdidas en ventanas
  - Efectos promedios de sombreado
- Solo 12 puntos de datos RETScreen® vs. 8.760 para modelos de simulación horaria
- Actualmente no cubiertos:
  - Ventanas no verticales
  - Efectos instantáneos de sombreado
  - Masa térmica especificada por el usuario



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

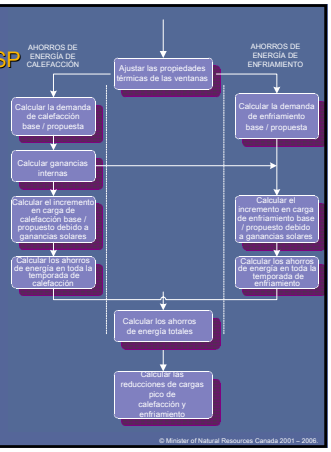
RETScreen®
Cálculo de la Energía CSP

RETSCREEN® INTERNATIONAL



Ver el e-Libro

Análisis de Proyectos de Energía Limpia:
RETScreen® Ingeniería y Casos
Capítulo de Análisis de Proyectos de Calefacción
Solar Pasiva

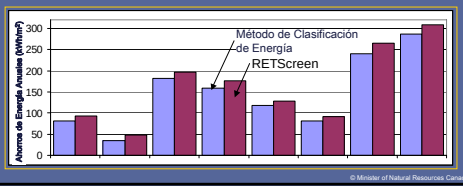

AHORROS DE ENERGÍA DE CALEFACCIÓN
Ajustar las propiedades térmicas de las ventanas
AHORROS DE ENERGÍA DE ENFRIAMIENTO
Calcular la demanda de calefacción base / propuesta
Calcular la demanda de enfriamiento base / propuesta
Calcular ganancias internas
Calcular el incremento en carga de calefacción base / propuesto debido a ganancias solares
Calcular el incremento en carga de enfriamiento base / propuesto debido a ganancias solares
Calcular los ahorros de energía en toda la temporada de calefacción
Calcular los ahorros de energía en toda la temporada de enfriamiento
Calcular los ahorros de energía totales
Calcular las reducciones de cargas pico de calefacción y enfriamiento

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplo de Validación del Modelo de CSP RETScreen®

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- RETScreen® comparado con HOT2-XP para una casa típica de 200 m² con estructura de madera
  - Ventanas de doble vidriado mejoradas a doble vidriado de baja – e con argón
  - RETScreen® a dentro del 18% de HOT2-XP
- También RETScreen comparado con el Método de Clasificación de Energía
  - Los ahorros de energía anuales de 8 ventanas de mayor rendimiento comparados con el caso base de ventanas de doble vidriado



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Conclusiones

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- La CSP comprende la orientación de edificios, ventanas eficientes en energía, sombreado, y masa térmica para reducir los costos de calefacción ambiental
- Inversiones mínimas en ventanas pueden mejorar grandemente el rendimiento de la cobertura de la edificación con beneficios financieros de largo plazo
- RETScreen® calcula:
  - El efecto de la orientación, tamaño, y tecnología en las ganancias solares
  - El efecto de la tecnología de ventanas en las pérdidas de calor
  - El efecto del sombreado en la carga de enfriamiento
- RETScreen® es un análisis anual con cálculo de recursos mensuales que puede lograr precisión comparable a los modelos de simulación horaria
- RETScreen® puede brindar significativos ahorros de costos en estudios de factibilidad preliminares

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

¿Preguntas?

RETScreen® International www.retscreen.net

Módulo de Análisis de Proyectos de Calefacción Solar Pasiva
Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia de RETScreen® International

Para mayor información por favor visite el sitio web RETScreen en
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

MÓDULO DE ANÁLISIS DE PROYECTOS DE BOMBEO DE CALOR DESDE SUELOS

Análisis de Proyectos de Bombeo de Calor desde Suelos

RETScreen® International — www.retscreen.net

Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia

Centro Empresarial de Filadelfia, EE.UU. – 28 BCSs para Calefacción y Enfriamiento

Crédito Fotográfico: Geothermal Heat Pump Consortium (NREL PIX)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Natural Resources Canada — Ressources naturelles Canada — Canada

Objetivos

RETScreen® International — www.retscreen.net

- Revisar los fundamentos de los sistemas de Bombeo de Calor desde Suelos (BCS)
- Ilustrar las consideraciones clave para el análisis de proyectos de BCS
- Introducir el Modelo de Proyecto de BCS RETScreen®

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

¿Qué brindan los sistemas BCS?

RETScreen® International — www.retscreen.net

- Calefacción
- Enfriamiento
- Agua caliente
- Cimientos seguros sobre permafrost

Hogar Impacto 2000, Massachusetts, EE.UU.

Crédito Fotográfico: Solar Design Associates (NREL PIX)

Bomba de Calor Residencial

...pero también...

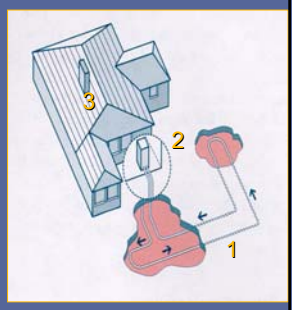
- Eficiencia
- Mantenimiento reducido
- Requerimientos de espacio reducidos
- Costos operativos bajos
- Capacidad estable
- Confort y calidad de aire
- Cargas eléctricas en horas punta reducidas para aire acondicionado

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Componentes de Sistemas de BCS

RETScreen® International www.retscreen.net

1. Conexión a la Tierra
   - Acoplada al suelo
   - Agua subterránea
   - Agua superficial
2. Bomba de calor de fuente líquida
3. Subsistema de distribución de calefacción/enfriamiento en el interior
   - Ductería Convencional

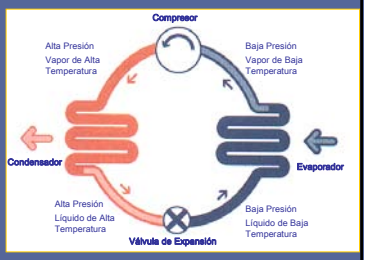


© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Bomba de Calor de Fuente-Líquida

RETScreen® International www.retscreen.net

- Bomba de calor de agua a aire
- Reversible
- Enfriamiento de 3,5 a 35 kW por unidad
- Múltiples unidades para grandes edificios



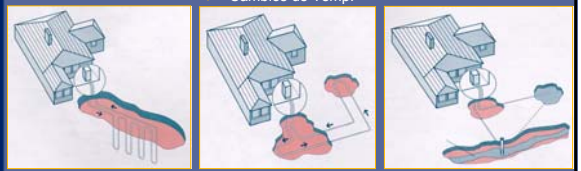
- El exceso de calor proveniente de la compresión proporciona agua caliente por medio del desrecalentador

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Tipos de Conexión a la Tierra

RETScreen® International www.retscreen.net

Vertical	Horizontal	Agua Subterránea
Suelo rocoso	Utilizado en la mayoría de terrenos	Acuífero + Inyección
Más caro	Menos caro	Menos caro
Ocupa poco terreno	Pequeños edificios	Regulaciones
Alta eficiencia	Cambios de Temp.	Obstrucción de tuberías



- También agua superficial e intercambiadores de calor de columna vertical

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Recursos del BCS: Temperaturas del suelo

RETScreen® International www.retscreen.net

- El suelo absorbe la mitad de la energía que incide del sol
- El suelo amortigua la variación de temperaturas
  - BCS es mas eficiente
- La temperatura varía con la profundidad
  - Despreciable por debajo de 15 m

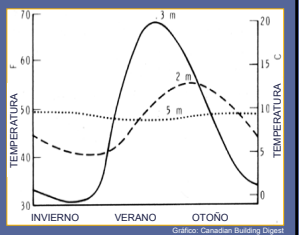


Gráfico: Canadian Building Digest

- Las temperaturas locales del suelo depende del clima, cubierta del terreno o la nieve, pendientes, propiedades del suelo, etc.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos de Costos de Sistemas BCS

RETScreen® International www.retscreen.net

Crédito Fotográfico: Suomen Lämpöpumpputeknikka Oy

Finlandia, Casa de 150 m²			
	Costos Iniciales	Calefac. Anual	Energía Anual
Eléctrica	8.000 $	800 $	20 MWh
BCS	13.000 $	350 $	6,5 MWh

- Costos de la energía en aumento
- Preocupaciones ambientales
- El aire acondicionado es un beneficio adicional

Crédito Fotográfico: GeoExchange Consortium

Connecticut, EE.UU, Casa de 275 m²					
	Costos Iniciales	Calefac. Anual	Enfriam. Anual	Total Anual	Energía Anual
Petróleo/ Ac. Aire	16.000 $	600 $	900 $	1.500 $	27 MWh
BCS	20.500 $	450 $	600 $	1.050 $	11 MWh

- La empresa eléctrica subsidia para bajar la punta de cargas de aire acondicionado

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Proyecto de Bombeo de Calor desde Suelos - Consideraciones

RETScreen® International www.retscreen.net

- Es más efectivo en costos cuando:
  - Se requiere calefacción y enfriamiento
  - Grandes variaciones de temperatura estacionales
  - Nueva construcción o reemplazo del sistema de ventilación de calefacción y aire acondicionado
  - Para calefacción: bajos costos de electricidad y altos costos de gas y petróleo
  - Para enfriamiento: altos costos de electricidad y cargos por cargas en horas punta
- Disponibilidad de equipos de excavación de zanjas y perforación
- Incertidumbre acerca de los costos de la instalación del intercambiador
- Criterios del cliente para establecer los costos efectivos

Disposición del Intercambiador de Calor Edificio Comercial

Instalación del Sistema de BCS

Crédito Fotográfico: Craig Miller Productions and DOE (NREL PIX)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Australia, Alemania y Suiza

Sistemas de Edificios Residenciales

RETScreen® International www.retscreen.net

- Casas de Alta Calidad
  - Costos de inversión más altos
  - Visión de largo plazo de costo efectivo
  - Beneficios ambientales o de confort
- Incentivos de la empresa eléctrica puede ser un factor significativo

Bomba de Calor de Agua Subterránea 20 kW, Alemania

Crédito Fotográfico: Bundesverband WärmePumpe (BWP) e.V.

320 Departamentos, Australia del Sur

Crédito Fotográfico: GeoExchange Consortium

Torre de Perforación para Agujeros Verticales, Residencia Suiza

Crédito Fotográfico: Eberhard & Partner AG

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Reino Unido y EE.UU.

Sistemas de Edificios Comerciales

RETScreen® International www.retscreen.net

- A menudo períodos de repago cortos (< 5 años) requeridos
- Puede tenerse problemas de disponibilidad de terrenos
- Menos espacio interno utilizado
- Controles distribuidos y simples
- Riesgo de vandalismo reducido
- Cargos reducidos por cargas en horas punta
- No se requiere calefacción auxiliar

Edificio Comercial, Croydon, Reino Unido

Crédito Fotográfico: Groenholland B.V.

Building Cluster, Kentucky, USA

Crédito Fotográfico: Marion Pinckley (NREL PIX)

Filling Station, Kansas, USA

Crédito Fotográfico: International Ground Source Heat Pump Association

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplos: Canadá y EE.UU.

Sistemas de Edificios Institucionales

RETScreen® International www.retscreen.net

- Mayores períodos de repago son aceptados
- Más abiertos a sistemas innovativos
- Cargas de calefacción y enfriamiento simultáneos

Zanja para Intercambiador Horizontal

Crédito Fotográfico: Robert R. Jones/Oklahoma State University (NREL PIX)

Escuela, Québec, Canadá

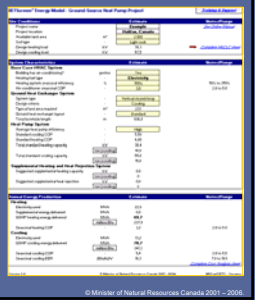
Crédito Fotográfico: Natural Resources Canada

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Modelo de Proyecto de Bombeo de Calor desde Suelos RETScreen®

RETScreen® International www.retscreen.net

- Análisis de producción de energía de todo el mundo, de costos de ciclo de vida y de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero
  - Circuitos cerrados horizontales y verticales
  - Circuitos abiertos de agua subterránea
  - Residencial, comercial, institucional e industrial
- Actualmente no cubiertos:
  - BCSs de Agua Superficial
  - Desbalances térmicos de largo plazo en el suelo
  - Calefacción y enfriamiento simultáneo (solo bloques de cargas)
  - Calentamiento de agua

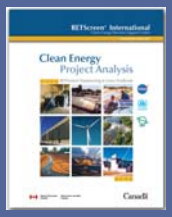


© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

RETScreen®

Cálculo de la Energía BCS

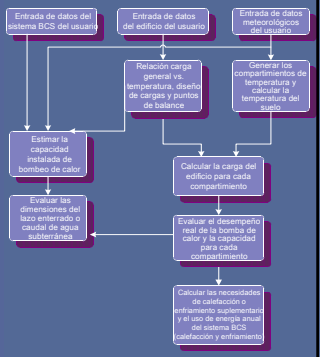
RETScreen® International



Ver el e-Libro

Análisis de Proyectos de Energía Limpia: RETScreen® Ingeniería y Casos

Capítulo de Análisis de Proyectos de Bombeo de Calor desde Suelos


Entrada de datos del sistema BCS del usuario
Entrada de datos del edificio del usuario
Entrada de datos meteorológicos del usuario
Relación carga general vs. temperatura, diseño de cargas y puntos de balance
Generar los compartimientos de temperatura y calcular la temperatura del suelo
Estimar la capacidad instalada de bombeo de calor
Calcular la carga del edificio para cada compartimiento
Evaluar las dimensiones del lazo enterrado o caudal de agua subterránea
Evaluar el desempeño real de la bomba de calor y la capacidad para cada compartimiento
Calcular las necesidades de calefacción o enfriamiento suplementario y el uso de energía anual del sistema BCS calefacción y enfriamiento

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ejemplo de Validación del Modelo de Proyecto BCS RETScreen®

RETScreen® International www.retscreen.net

- Uso de energía comparado por compartimientos sintetizados versus datos monitoreados
- Longitud de Intercambiador de Calor de Suelos comparado con 6 programas de dimensionamiento y programa de simulación detallado

		Uso de Energía de Calefacción (kWh)	Diferencia %
Toronto	RETScreen	37.202	1,4
	Monitoreado	36.686	
Montreal	RETScreen	36.138	1,8
	Monitoreado	35.490	
Charlottetown	RETScreen	37.158	0,6
	Monitoreado	36.922	
Winnipeg	RETScreen	33.243	1,0
	Monitoreado	32.926	
Vancouver	RETScreen	37.888	-3,0
	Monitoreado	39.016	

Programa	Diseño de 1 Año						Diseño de 10 Años*					
	Residencia 1 Louisiana		Residencia 2 Wisconsin		Comercial Nebraska		Residencia 1 Louisiana		Residencia 2 Wisconsin		Comercial Nebraska	
Promedio de otro software	266		124		141		293		129		148	
vs. RETScreen Descriptivo	257	-4%	135	9%	121	-14%	257	-12%	135	5%	121	-18%
vs. RETScreen Uso de Energía	236	-11%	127	2%	132	-6%	236	-19%	127	-2%	132	-12%
vs. Real	344	29%	160	29%	141	0%	344	17%	160	24%	141	-5%

* Valores de diseño de 1 Año utilizado para comparaciones con RETScreen

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Conclusiones

RETScreen® International www.retscreen.net

- BCS proporciona calefacción, enfriamiento y agua caliente
- El suelo amortigua las variaciones de temperatura y lleva a altas eficiencias del BCS
- Los costos de inversión del BCS son más altos, pero los costos O y M son menores
  - Los climas que requieren calefacción y enfriamiento son más prometedores
- Estimados RETScreen®:
  - Distribución de frecuencia de temperatura exterior
  - Cargas de edificios son una función de la temperatura exterior
  - Beneficios de energía anual de calefacción y enfriamiento
- RETScreen® es un cálculo de análisis anual que puede lograra precisión comparable a los modelos de simulación horaria
- RETScreen® puede brindar ahorros significativos de estudios preliminares de factibilidad

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

¿Preguntas?

RETScreen® International www.retscreen.net

Módulo de Análisis de Proyectos de Bombeo de Calor desde Suelos
Curso de Análisis de Proyectos de Energía Limpia RETScreen® International

Para mayor información por favor visite el Sitio Web RETScreen en
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

www.retscreen.net